

COMUNE DI VILLA DI SERIO
(Provincia di Bergamo)



PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

Redatto secondo i criteri attuativi della L.R. 12/05 "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione all'art. 57 della L.R. 11/03/2005 n° 12" e successive modifiche ed integrazioni

**DOCUMENTO SEMPLIFICATO
DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE**
(ai sensi del RR 7/2017 RR 8/2019 Art. 58bis LR 12/2005)

Bergamo, aprile 2024

Dr.Ing. Pier Giuseppe FENAROLI



dr.Geol. Michela PECCHIO



INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO	4
2.1 Inquadramento territoriale.....	4
2.2 Inquadramento geologico-geomorfologico.....	5
2.3 Inquadramento idrogeologico	8
3. RETICOLO IDRICO NATURALE E DI BONIFICA.....	10
3.1 Reticolo idrico principale	10
3.2 Reticolo idrico minore.....	11
3.3 Rete idrografica artificiale di competenza comunale.....	11
3.4 Reticolo idrico di competenza Consortile.....	11
4. RETE FOGNARIA.....	12
5. ANALISI DELLE CONDIZIONI DI RISCHIO E CRITICITÀ IDRAULICHE PER IL TERRITORIO COMUNALE DI VILLA DI SERIO.....	13
5.1 Criticità riguardanti il reticolo idrico naturale.....	13
5.1.1 Aree a rischio idraulico sul reticolo principale	14
5.1.1.1 Fondovalle del fiume Serio (ambito RP del PGRA).....	14
5.1.1.2 Il torrente Gavarnia (ambito RSCM del PGRA).....	17
5.1.2 Criticità idrauliche riguardanti il Reticolo Minore	30
5.3 Criticità lungo il sistema fognario	38
6. DISCIPLINA DEL PRINCIPIO DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA.....	41
6.1 Generalità sui principi dell’invarianza idraulica secondo i R.R. 7/2017 e 8/2019.....	42
6.1.1 Finalità.....	42
6.1.2 Ambiti di applicazione.....	42
6.1.3 Ambiti di esclusione	43
6.2 Coefficienti di deflusso	44
6.3 Precipitazioni di riferimento	45
6.4 Considerazioni sull’idoneità all’infiltrazione dei terreni del Comune di Villa di Serio	47
6.4.1 I suoli: permeabilità superficiale	47
6.4.2 Permeabilità sub-superficiale	49
6.4.3 Propensione allo smaltimento delle acque meteoriche nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo.....	50
7. MISURE STRUTTURALI E NON STRUTTURALI.....	52
7.1 Misure strutturali.....	52
7.1.1. Misure riguardanti il reticolo principale (torrente Gavarnia).....	52
7.1.1.1 da confine Scanzorosciate a tombinatura “COVERLAC”	52
7.1.1.2 da tombinatura “COVERLAC” a “OFFICINE DELLA GAVARNIA”	53
7.1.1.3 da “OFFICINE DELLA GAVARNIA” a ponte via Cattaneo (oratorio).....	53
7.1.1.4 da ponte via Cattaneo (oratorio) a fiume Serio.....	53
7.1.2. Misure riguardanti il reticolo minore (torrente Scapla)	57
7.2 Misure non strutturali	58
7.2.1 Pianificazione e tutela idraulica del territorio	58
7.2.2 Prevenzione dei fenomeni di dissesto idrogeologico	58

ELENCO FIGURE

- Fig.2.1: Inquadramento geografico del territorio comunale di Villa di Serio
- Fig.2.2: Assetto geologico del territorio comunale
- Fig.2.3: Inquadramento idrografico ed idrogeologico del territorio comunale
- Fig.5.1: T. Gavarnia: inquadramento territoriale del bacino
- Fig.5.2/a: T. Gavarnia: Segnalazione Eventi storici nel tratto da confine Scanzorosciate a località Colombaia (da “*Studio Gavarnia 2022*” ELABORATO E: PGRA-PAI SEGNALAZIONE EVENTI STORICI - FOGLIO 3)
- Fig.5.2/b: T. Gavarnia: Segnalazione Eventi storici nel tratto da località Colombaia a ponte via Cattaneo (da “*Studio Gavarnia 2022*” ELABORATO E: PGRA-PAI SEGNALAZIONE EVENTI STORICI - FOGLIO 2)
- Fig.5.2/c: T. Gavarnia: Segnalazione Eventi storici nel tratto da ponte via Cattaneo a confluenza in Serio (da “*Studio Gavarnia 2022*” ELABORATO E: PGRA-PAI SEGNALAZIONE EVENTI STORICI - FOGLIO 1)
- Fig.5.3: T. Gavarnia: suddivisione sottobacini idrografici
- Fig.5.4/a: T. Gavarnia: Delimitazione aree allagabili nel tratto da confine Scanzorosciate a località Colombaia (“*Studio Gavarnia 2022*” ELABORATO F: AREE ALLAGABILI TR 20, 100 E 200 ANNI - FOGLIO 3)
- Fig.5.4/b: T. Gavarnia: Delimitazione aree allagabili nel tratto da località Colombaia a ponte via Cattaneo (“*Studio Gavarnia 2022*” ELABORATO F: AREE ALLAGABILI TR 20, 100 E 200 ANNI-Foglio 2)
- Fig.5.4/b: T. Gavarnia: Delimitazione aree allagabili nel tratto da ponte via Cattaneo a confluenza in Serio (“*Studio Gavarnia 2022*” ELABORATO F: AREE ALLAGABILI TR 20, 100 E 200 ANNI - FOGLIO 1)
- Fig.5.5: T.Scapla: Idrogramma di piena per Tr = 30 anni (da “*studio Barbero 2022*”)
- Fig.5.6: T.Scapla: Idrogramma di piena per Tr = 100 anni (da “*studio Barbero 2022*”)
- Fig.5.7: T.Scapla: Profilo di moto permanente per la portata Tr = 30 anni nello stato di fatto (da “*studio Barbero 2022*”)
- Fig.5.8: T.Scapla: Profilo di moto permanente per la portata Tr = 100 anni nello stato di fatto (da “*studio Barbero 2022*”)
- Fig.5.9: T.Scapla: Profilo di moto permanente per la portata con Tr = 100 anni nel caso di ostruzione della griglia del 30% (da “*studio Barbero 2022*”)
- Fig.5.10: T.Scapla: Profilo di moto permanente per la portata con Tr = 30 anni nel caso di ostruzione della griglia dell’80% (da “*studio Barbero 2022*”)
- Fig.5.11: T.Scapla: Profilo di moto permanente per la portata con Tr = 100 anni nel caso di ostruzione della griglia dell’80% (da “*studio Barbero 2022*”)
- Fig.5.12: T.Scapla: Ipotesi di tracciato del collegamento (linea azzurra tratteggiata) tra t. Scapla e canale di gronda esistente (da “*studio Barbero 2022*”)
- Fig.5.13: T.Scapla: Ipotesi di tracciato alternativo per lo scolmatore del collegamento - linea azzurra tratteggiata e linea gialla tratteggiata (da “*studio Barbero 2022*”)
- Fig.6.1: Celle dell’atlante regionale delle piogge intense di interesse per il territorio Comunale di Villa di Serio e corrispondenti LSPP per vari tempi di ritorno
- Fig.7.1/a: T. Gavarnia: Interventi di mitigazione della pericolosità Idraulica nel tratto da confine Scanzorosciate a località Colombaia (da “*Studio Gavarnia 2022*” ELABORATO G: PLANIMETRIA INTERVENTI - FOGLIO 3)
- Fig.7.1/b: T. Gavarnia: Interventi di mitigazione della pericolosità Idraulica nel tratto da località Colombaia a ponte v.Cattaneo (da “*Studio Gavarnia 2022*” ELABORATO G: PLANIMETRIA INTERVENTI - FOGLIO 2)
- Fig.7.1/c: T. Gavarnia: Interventi di mitigazione della pericolosità Idraulica nel tratto da ponte via Cattaneo a confluenza in Serio (da “*Studio Gavarnia 2022*” ELABORATO G: PLANIMETRIA INTERVENTI - FOGLIO 1)

TAVOLE

- TAV.DSRI-1: Carta del Reticolo Idrico
- TAV. DSRI-2: Perimetrazioni PGRA vigenti ed integrazioni da “*Studio Gavarnia 2022*”
- TAV. DSRI-3: Carta della propensione all’infiltrazione del territorio Comunale di Villa di Serio

ALLEGATI

- ALLEGATO 1: Uniacque: Segnalazione delle criticità della rete fognaria nell’ambito Do.S.R.I. ai sensi del R.R. 7/2017 e s.m.i. -Tav. U del 20.01.2024 - PLANIMETRIA DELLA RETE DI FOGNATURA integrata con le criticità idrauliche discusse nell’incontro del 15/12/2023

1. PREMESSA

Il presente documento rientra nell'ambito delle attività previste:

- dal R.R.7/20017: *Regolamento regionale 23 novembre 2017 - n. 7 Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12*
- e dal R.R.8/20019: *Regolamento regionale 19 aprile 2019 - n. 8 Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7*

La questione della valutazione del rischio idraulico Comunale è affrontata all'art.14 dove si definiscono le "Modalità di integrazione tra pianificazione urbanistica comunale e previsioni del piano d'ambito, al fine del conseguimento degli obiettivi di invarianza idraulica e idrologica". In particolare, l'art.14 specifica che:

- *i comuni ricadenti nelle aree ad alta e media criticità idraulica, di cui all'articolo 7 del RR, sono tenuti a redigere LO STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO Tali comuni, nelle more della redazione di tale studio comunale di gestione del rischio idraulico, redigono il DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE...*
- *i comuni non ricadenti nelle aree ad alta e media criticità idraulica sono tenuti a redigere IL DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO COMUNALE.*

Considerato che il Comune di Villa di Serio è classificato nel Regolamento Regionale in area "C", ovvero a "bassa criticità idraulica" con la redazione del presente DOCUMENTO SEMPLIFICATO si realizza il primo dei passi previsti dal succitato art.14.

Per la redazione del presente Documento Semplificato del Rischio Idraulico (DSRI) si è tenuto conto delle risultanze e dei contenuti dei seguenti studi:

- Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT Comunale (aggiornamento 2023);
- Carta pedologica regionale su base Ersaf Banca Dati Suoli LOSANe;
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA-Po) e Direttiva Alluvioni;
- Studio di Fattibilità finalizzato alla valutazione tecnico-economica degli interventi di manutenzione straordinaria del torrente Gavarnia nei comuni di Nembro, Scanzorosciate e Villa di Serio" (Fenaroli-Pecchio, novembre 2022);
- Studio idrologico-idraulico relativo alla Roggia Borgogna, al torrente Scapla e alla rete fognaria in comune di Villa di Serio (BG): verifica idraulica delle condizioni di allagamento del tratto terminale del torrente Scapla e della funzionalità idraulica della rete fognaria (Barbero, settembre 2022).

Come previsto dall'art.14 del RR 7, nel corso della predisposizione del presente studio si sono consultati, oltre all'ufficio tecnico comunale, i gestori della rete fognaria comunale (Uniacque) e del reticolo idrico di bonifica (Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca) raccogliendone il prezioso contributo.

2. CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO

2.1 Inquadramento territoriale

Il territorio comunale di Villa di Serio, in Provincia di Bergamo, si estende per una superficie di 4,56 kmq, ed è disposto in parte lungo il fondovalle del fiume Serio ed in parte in ambiente collinare.

Confina a nord con i comuni di Alzano L.do, ad est con Nembro, ad ovest con Ranica e a sud con Scanzorosciate.

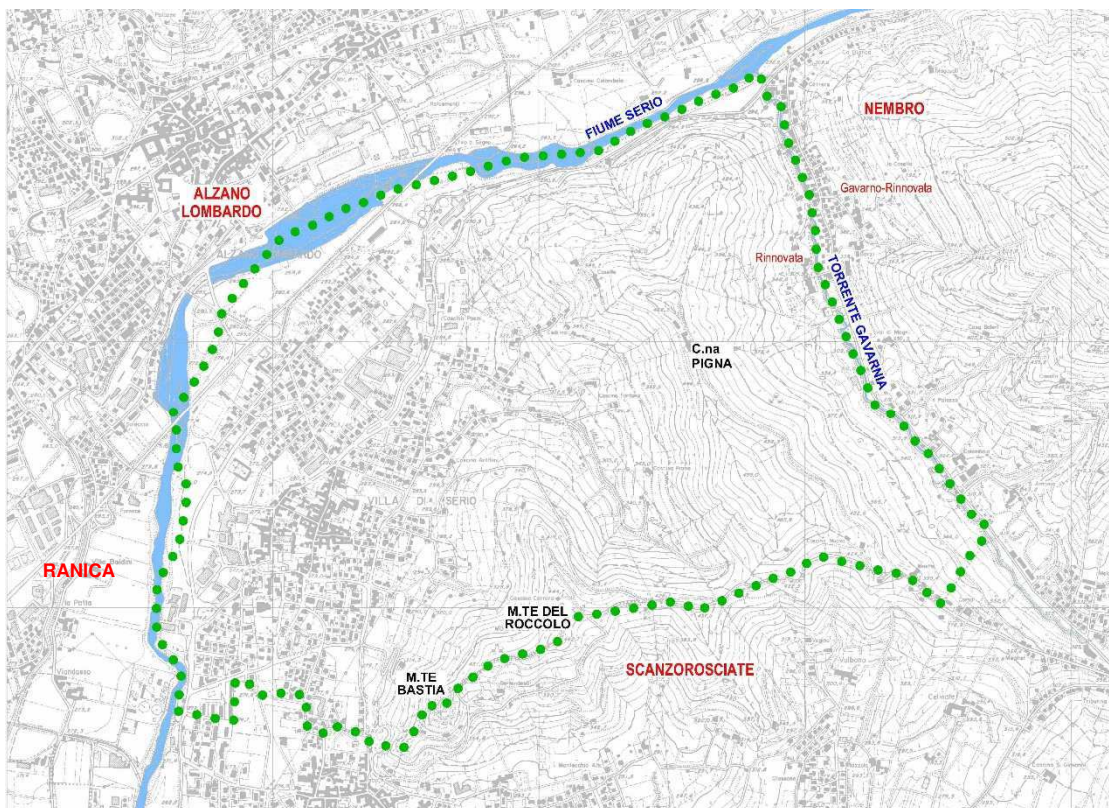


Fig.2.1: Inquadramento geografico del territorio comunale di Villa di Serio

I corsi d'acqua principali segnano su tre lati i confini comunali di Villa di Serio: i confini settentrionale ed occidentale corrispondono al corso del Fiume Serio, mentre il confine orientale (con il Comune di Nembro), coincide con il Torrente Gavarnia.

Il confine meridionale (con il Comune di Scanzorosciate) è legato solo in parte ad elementi morfologici: esso corre per un tratto lungo il crinale del Monte del Rocco-Monte Bastia, e in parte segue i tracciati stradali o i limiti di mappali.

L'urbanizzato, che si sviluppa prevalentemente intorno all'antico nucleo storico, si colloca sul versante idrografico sinistro della piana alluvionale del Serio che, proprio in questo settore, esce dall'ambito vallivo per affacciarsi verso l'alta pianura bergamasca a monte di Seriate; è presente anche un piccolo nucleo storico nello stretto fondovalle del Torrente Gavarnia (località Gavarno-Rinnovata).

Le due principali aree urbanizzate sono separate da una dorsale collinare che si eleva fino a circa 500 metri di quota.

2.2 Inquadramento geologico-geomorfologico

La risposta del territorio alle sollecitazioni rappresentate dagli eventi meteorologici intensi è ovviamente fortemente condizionata anche dal suo assetto geologico-geomorfologico complessivo, se non altro per quanto concerne la capacità di consentire l'infiltrazione delle precipitazioni o le modalità di ruscellamento delle acque superficiali. Alla luce di tale considerazione si ritiene opportuno riportare nel seguito un quadro riepilogativo delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del territorio di Villa di Serio, sostanzialmente riprese dalla documentazione predisposta con la Componente Geologica del PGT Comunale.

Il territorio di Villa di Serio si colloca ai piedi delle Prealpi orobiche centro-occidentali, all'interno del dominio geologico-strutturale del "Parautoctono Sudalpino" che si estende dal margine della pianura fino alla faglia di Clusone. Questa zona si contraddistingue per la presenza nelle porzioni montane, dell'affioramento dei corpi rocciosi cretaci, mentre il fondovalle si imposta su depositi continentali di età pleistocenica.

In definitiva, l'attuale configurazione non è altro che il risultato della combinazione di fattori litologici, strutturali, dell'azione modellatrice di diversi agenti morfogenetici, e delle condizioni climatiche.

I **litotipi del substrato roccioso** appartengono a formazioni sedimentarie di natura carbonatica e terrigene di età Cretacica e costituiscono la cosiddetta "copertura mesozoica delle Alpi Meridionali"; tra di esse si ritrovano in particolare le formazioni indicate nel seguito.

Sass de la Luna (albiano sup.)

La formazione occupa gran parte del l'area collinare di Villa di Serio e presenta spessori che possono raggiungere anche dei 200 m. L'area di affioramento interessa buona parte del settore collinare (dal versante settentrionale del Monte Bastia-Monte del Roccolo in direzione della cascina Pigna). Per quanto riguarda le caratteristiche litologiche la formazione è costituita da alternanze di calcari e calcari marnosi bluastri o grigio-azzurri, localmente selciferi, a stratificazione da sottile a media.

Il forte contenuto di marna, facilmente alterabile, favorisce la formazione di terreno eluvio-colluviale, che può raggiungere localmente, anche il metro di spessore.

Verso l'alto questa unità passa, con contatto stratigrafico e tettonico, alla formazione di Sorisole rappresentata, nell'area di indagine, dall'unità delle Marne Rosse, "Banchi Caotici" e Torbiditi sottili.

Formazione di Sorisole

Con questa denominazione si indica un intervallo stratigrafico molto complesso e articolato che nell'area bergamasca si sviluppa alla sommità del Sass de la Luna.

Procedendo dal basso verso l'alto nel territorio comunale di Villa di Serio sono state riconosciute le seguenti litozone:

- **Marne Rosse** (Cenomaniano inf.-medio): comprende marne e calcilutiti rosse e grigie, con stratificazione media o sottile. Affiora in modo continuo alla sommità della dorsale che dalla loc. Cascina Nuova (in prossimità del confine con Scanzorosciate), si dirige con direzione NNE-SSW verso la Cascina Pigna. In questo settore gli affioramenti risultano più frammentari anche per la presenza di contatti tettonici sia con l'unità più antica del Sass de la Luna che con quella del "Banco Caotico" (più giovane), che ne modificano l'assetto originario.
- **Banco caotico** (Cenomaniano medio-sup): è costituito da banchi calcarei grigio-biancastri, ciascuno potente qualche metro, caotici e con rari noduli di selce scura. In genere si contano

fino a tre banchi intercalati nella successione stratigrafica cenomaniana, ma nel territorio studiato si trova solamente il banco inferiore, direttamente sovrastante le Marne Rosse. Il “Banco Caotico” affiora in corrispondenza del crinale tra la loc. Cascina Nuova e la Cascina Pigna.

- **Torbiditi sottili** (Cenomaniano medio-sup): sono costituite da fitte alternanze di arenarie e di marne sottilmente stratificate, con intercalazioni di calcari marnosi torbiditici. Esse affiorano solamente in corrispondenza della porzione sommitale del versante, a nord della località Cascina Pigna. In questo settore, la presenza di contatto tettonico, produce una ripetizione della successione stratigrafica.

I depositi continentali quaternari e neogenici costituiscono la copertura che sovrasta le unità di substrato e si possono distinguere in base ai fenomeni che hanno concorso alla loro formazione in: depositi di versante, fluviali e fluvioglaciali. Nel territorio in esame si riconoscono le seguenti unità:

Depositi eluviali

Tali depositi derivano dall’alterazione fisico-chimica in posto del substrato roccioso e sono costituiti da frammenti lapidei di dimensione variabile dalla ghiaia ai blocchi, immersi in abbondante matrice fine.

Si tratta di materiale che ha subito un trasporto limitato o nullo, diffuso lungo buona parte dei versanti, con spessori variabili. La granulometria della matrice è in funzione delle caratteristiche del substrato roccioso da cui ha origine, e varia dal limo fino all’argilla.

Depositi eluvio-colluviali

In corrispondenza del versante settentrionale della valle Gavarnia, il substrato roccioso è ricoperto da depositi eluvio-colluviali, risultato del duplice effetto derivante dall’alterazione chimico-fisica del substrato e dall’azione del trasporto e di deposito dei materiali più fini (limi ed argille) presi in carico dallo scorrimento delle acque superficiali e depositati al piede del versante.

Depositi alluvionali attuali

Sono classificati come alluvioni attuali quelle depositate negli alvei o nelle piane di esondazione ordinaria. Si tratta di materiale granulometricamente eterogeneo costituito da ghiaie, ciottoli, e blocchi prevalentemente arrotondati in matrice sabbiosa. I depositi, che vengono mobilizzati ad opera dell’azione della corrente, occupano l’alveo del fiume Serio, del torrente Gavarnia e dei corsi d’acqua secondari.

Depositi alluvionali recenti

Si tratta depositi di origine alluvionale legata quindi all’azione del trasporto da parte dei corsi d’acqua. Tali depositi, che nel caso di Villa di Serio sono riferibili esclusivamente al fiume Serio, formano superfici terrazzate rilevate rispetto all’alveo attuale di circa 1 metro e sono costituiti da ghiaie, ciottoli e blocchi, localmente cementati, in matrice prevalentemente sabbiosa o limoso-sabbiosa, anche se non si esclude la presenza di livelli di materiale fine. Nel caso di Villa di Serio tali depositi non affiorano in modo continuo lungo la sponda fluviale ma in più tratti risultano ricoperti da accumuli di materiali di riporto che hanno modificato la morfologia originaria dei luoghi, alzando anche di alcuni metri le quote della piana alluvionale.

Depositi alluvionali antichi

Si tratta di litotipi alluvionali, depositi durante le fasi glaciali e post-glaciali, incisi dai corsi d’acqua attuali. I resti di tali depositi, oggi sopraelevati di qualche decina di metri rispetto al fiume, hanno il tipico andamento orizzontale dei “terrazzi”.

Sono per la maggior parte morfologie formate da ghiaie, sabbie, ciottoli e blocchi, la cui porzione superficiale contiene ciottoli molto alterati, di cui risulta quasi impossibile stabilire la litologia. All’interno dei corpi di spessore maggiore possono essere intercalati orizzonti e lenti di limi argillosi ed argille limose.

La parte più antica di tali depositi, affiorante alla base della porzione collinare del territorio comunale, si caratterizza per la presenza di ghiaie in corpi stratoidi fortemente pedogenizzate e presenza di patine di alterazione Fe-Mn

Depositi alluvionali di conoide

Sono costituiti da materiale la cui origine è legata all'azione delle acque incanalate, depositi allo sbocco delle valli laterali a seguito della riduzione della corrente legata alla diminuzione della pendenza dell'alveo. Dal punto di vista granulometrico sono costituiti in genere da ghiaie fini derivante dalla disgregazione del substrato roccioso di natura calcareo-marnosa, in matrice limoso-argillosa. In considerazione della tipologia dei processi che hanno portato alla loro formazione, non si escludono significative disomogeneità tessiture verticali e laterali. Nell'area di studio sono presenti allo sbocco delle valli Scapla e Cedrina.

Riporti/depositi di origine antropica. Con questa dicitura sono stati cartografati i terrapieni di maggiori dimensioni formati depositi di materiali inerti a granulometria prevalentemente grossolana e grado di arrotondamento da basso a nullo, connessi all'attività antropica. Nell'area di studio questo tipo di depositi è frequente lungo le sponde del F. Serio e spesso ricopre e oblitera le morfologie naturali delle piane e dei terrazzi alluvionali.

Rimandando per i dettagli alla Tav.1 CARTA GEOLOGICA del PGT 2023, la rappresentazione schematica dei litotipi riconosciuti sul territorio comunale è illustrata nella figura seguente.

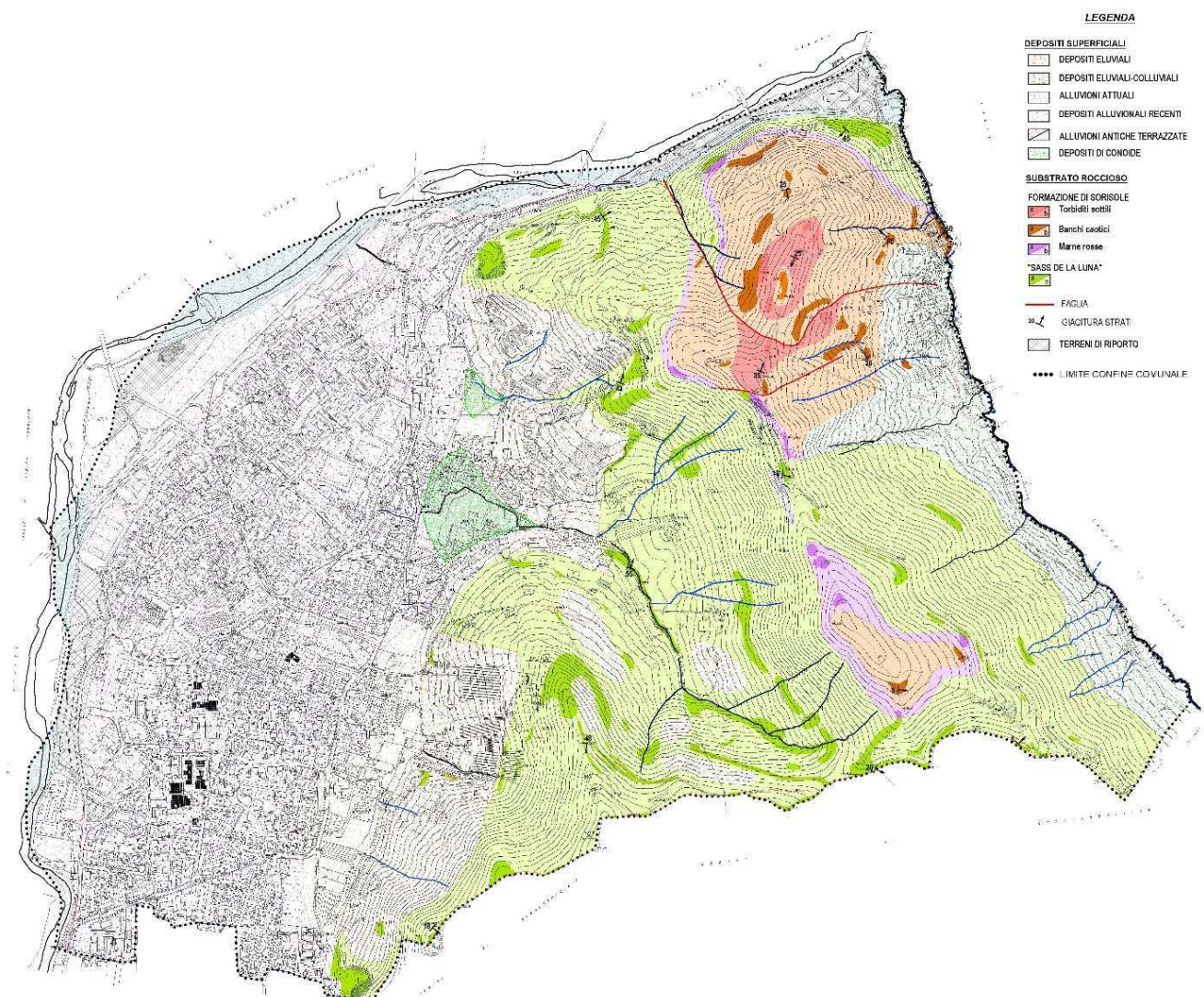


Fig.2.2: Assetto geologico del territorio comunale.

2.3 Inquadramento idrogeologico

Come già anticipato, l'assetto idrogeologico del territorio comunale è strettamente collegato ai caratteri geostrutturali e geomorfologici descritti in precedenza. I bacini di alimentazione delle acque sotterranee ed i loro punti di recapito sono infatti condizionati dalla natura dei terreni e dalla disposizione delle principali discontinuità tettoniche.

Le valutazioni effettuate nell'ambito dello Studio geologico comunale hanno consentito di riconoscere le classi di permeabilità descritte nel seguito.

Per i depositi di copertura sono stati distinti:

- terreni con permeabilità elevata $K > 10^{-3}$ m/s. A questa classe appartengono i sedimenti alluvionali attuali e recenti del Serio ed i depositi antropici situati lungo la sponda del Serio. Si tratta di un'ampia fascia sede di un acquifero collegato al fiume che comunque risulta poco sfruttato dal punto di vista idrogeologico; sono presenti infatti solo 2 pozzi utilizzati ad uso antincendio ed igienico-sanitario.
- terreni con permeabilità media $10^{-3} < K < 10^{-6}$ m/s. Comprendono depositi alluvionali più antichi del Serio e le conoidi presenti allo sbocco delle valli Scapla e Cedrina. Si tratta in genere di materiali ghiaioso-sabbiosi in cui possono essere presenti anche intercalazione di livelli più fini di natura limosa ed argillosa.
- Terreni con permeabilità bassa $K < 10^{-6}$ m/s. La classe comprende i terreni con forte componente limo-sabbiosa e/o argillosa, come quelli appartenenti alla Formazione di Torre Boldone (che segnano il passaggio tra la collina ed il fondovalle) e i depositi eluviali e eluvio-colluviali.

Rispetto invece alle formazioni costituenti il substrato roccioso, le classi di permeabilità riconosciute risultano le seguenti:

- rocce con permeabilità medio-bassa $10^{-4} < K < 10^{-6}$ m/s. Questo grado di permeabilità è stato assegnato alle rocce calcareo-marnose, stratificate appartenenti alla Formazione del Sass de la Luna che affiora diffusamente in corrispondenza del settore collinare del territorio comunale.
- rocce con permeabilità bassa $K < 10^{-6}$ m/s. Comprendono le rocce appartenenti alla Formazione di Sorisole che comprende più litozone, tutte caratterizzate da una permeabilità bassa.

Nel seguito si riporta lo stralcio della carta idrografica e idrogeologica redatta per il PGT comunale; il dettaglio delle valutazioni sulla permeabilità e la propensione all'infiltrazione è comunque riportata sull'allegata tavola DSRI-3.

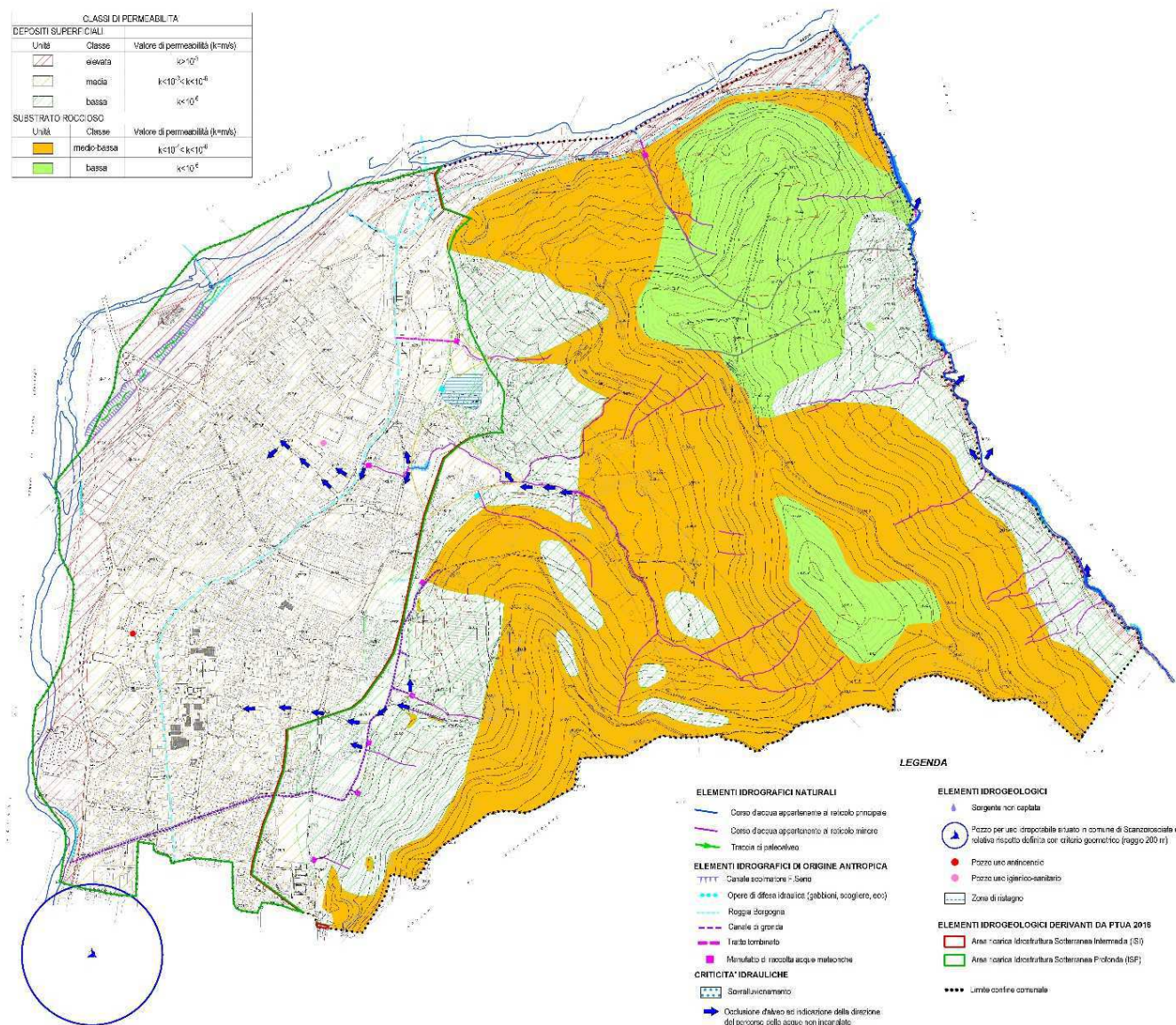


Fig.2.3: Inquadramento idrografico ed idrogeologico del territorio comunale

Si evidenzia infine che nel territorio comunale non sono presenti sorgenti o pozzi captati ad uso idropotabile.

Per quanto riguarda le sorgenti, si segnala che le poche scaturigini presenti lungo il versante settentrionale della Valle Scapla sono infatti di tipo temporaneo e si attivano solo in concomitanza di eventi meteorici intensi.

L'assenza all'interno del territorio comunale di pozzi captati ad uso idropotabile é invece evidentemente riconducibile al fatto che l'approvvigionamento idrico è garantito ormai da molti anni dall'Acquedotto della Pianura Bergamasca.

3. RETICOLO IDRICO NATURALE E DI BONIFICA

Per l'individuazione del Reticolo Idrico che interessa complessivamente il comune di Villa di Serio è stata predisposta la tavola DSRI-1 CARTA DEL RETICOLO IDRICO che riepiloga le informazioni contenute nei seguenti 2 documenti:

- a) Tavv. 1-2 – DETERMINAZIONE RETICOLO IDRICO MINORE ED INDIVIDUAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO – GEA rev. 26.11.2012
- b) Tav. 2 – DETERMINAZIONE RETICOLO IDRICO MINORE ED INDIVIDUAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO – con aggiornamento riguardante il tratto terminale del Reticolo Minore L-L1 (valletta cimitero) - dr.geol. M.Pecchio febbraio 2017

e sulla quale sono riportati tracciati e fasce di rispetto di:

- reticolo idrico principale
- reticolo idrico minore
- reticolo idrografico artificiale di competenza comunale
- reticolo idrico di competenza consortile

3.1 Reticolo idrico principale

Il principale corso d'acqua che interessa il territorio comunale è il fiume Serio che scorre, nel tratto compreso tra il confine con Nembro e lo svincolo della Strada Provinciale, in direzione NNE-SSW mentre a sud dello svincolo, assume un andamento N-S.

Il Serio, a causa dell'intensa antropizzazione a cui le aree limitrofe al corso d'acqua sono state sottoposte negli ultimi decenni, ha subito modifiche importanti che hanno provocato anche restringimenti della sezione naturale. Tra Alzano L.do e Villa di Serio, infatti, il fiume scorreva all'interno di un alveo piuttosto ampio, suddividendosi in numerosi rami che racchiudevano tra loro isole e barre fluviali anche di grande estensione, prima di restringersi in un unico canale stretto tra ripide pareti di ceppo, come è ancora visibile all'altezza di Scanzo. Ad oggi è possibile riconoscere solo uno degli antichi rami che taglia l'ansa del fiume Serio in prossimità dello svincolo della Strada provinciale che è stato rimodellato attraverso la realizzazione di argini in terra per essere utilizzato come canale scolmatore che si attiva in concomitanza di eventi di piena importanti.

Il secondo corso d'acqua in ordine d'importanza è il torrente Gavarnia, affluente di sinistra idrografica del fiume Serio nel quale confluisce in corrispondenza del settore settentrionale del territorio comunale, al confine con il comune di Nembro.

Il suo corso nasce presso le Bocche del Gavarno nei pressi del Colle dei Pasta (688.12 m s.l.m.), propaggine del monte Misma in territorio di Scanzorosciate, si sviluppa inizialmente nel territorio di Gavarno Vescovado (frazione di Scanzorosciate), mentre nella porzione mediana e terminale segna il confine tra i comuni di Nembro a nord-est e Villa di Serio a sud-ovest.

L'assetto geomorfologico del bacino risulta fortemente influenzato non solo dalle caratteristiche litologiche e tettoniche locali, ma anche dagli interventi antropici che si sono susseguiti nel tempo.

3.2 Reticolo idrico minore

La rete idrografica relativa ai corsi d'acqua minori, si sviluppa in corrispondenza del settore collinare; in generale si tratta di corsi d'acqua brevi, poco ramificati, con andamento prevalentemente rettilineo. L'unica eccezione è rappresentata dal torrente Scapla la cui valle si insinua profondamente tra la dorsale collinare del Monte del Roccolo ed il crinale di Cascinetto Pigna, spingendo la sua testata a ridosso dello spartiacque con le conche di Rosciate e di Negrone. Allo sbocco in pianura presenta una conoide quiescente di modeste dimensioni e forma simmetrica, il cui apice è situato in corrispondenza dell'imbocco del sentiero che conduce al M.te del Roccolo.

Il ramo principale, la cui sezione si presenta a tratti piuttosto ridotta da muri e da riporti artificiali, scorre, per buona parte a lato della strada che risale la valle assumendo, nel tratto terminale, un andamento E-O. Esso raccoglie le acque dalle pendici collinari attraverso una serie di impluvi minori e da una fitta rete di canali di scolo di origine antropica o comunque oggetto di sistemazione da parte dell'uomo.

Una volta uscito dall'ambito collinare ad una quota di circa 310 m s.l.m., il torrente Scapla scorre a lato della strada comunale di via Valeria secondo un percorso planimetrico particolarmente tortuoso, caratterizzato anche dalla presenza di tratti "in curva". In corrispondenza di via Caselle, dopo aver ricevuto le acque provenienti da uno scaricatore di piena della fognatura comunale, viene intubato per un breve tratto per poi ritornare a cielo aperto fino a via Kennedy, dove viene recapitato nella Roggia Borgogna.

Si evidenzia infine che, in considerazione delle caratteristiche morfologiche e geologiche del settore collinare di Villa di Serio, tutti i corsi d'acqua del reticolo minore, pur risultando asciutti per buona parte dell'anno, hanno una risposta pressoché immediata alle precipitazioni piovose intense.

3.3 Rete idrografica artificiale di competenza comunale

Il territorio comunale è attraversato dal *canale di gronda*, opera per la regimazione delle acque di scolo superficiale provenienti dal versante del Monte Roccolo-Monte Bastia, destinata a convogliare le acque verso il fiume Serio, nel quale si immette in corrispondenza del settore meridionale del territorio comunale, al confine con Scanzorosciate (vedi Tav. DSRI-1).

3.4 Reticolo idrico di competenza Consortile

L'unico corso d'acqua che fa parte del Reticolo Idrico di bonifica è la *Roggia Borgogna*, un cavo artificiale gestito dal Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca, le cui acque vengono derivate in sponda sinistra del Serio presso la traversa situata tra la località Corna dei Dragoni a nord di Villa di Serio nei pressi della centrale idroelettrica Italgem.

Immediatamente dopo aver iniziato il proprio corso, le acque della Borgogna vengono incanalate all'interno della centrale idroelettrica (proprietà Italgem) per proseguire poi verso sud, intubate in condotte sotterranee che attraversano il nucleo abitato di Villa di Serio, per poi proseguire in comune di Scanzorosciate.

4. RETE FOGNARIA

La configurazione del sistema di raccolta e convogliamento fognario al servizio del Comune di Villa di Serio è illustrata sull'ALLEGATO 1:

Uniacque: Segnalazione delle criticità della rete fognaria nell'ambito Do.S.R.I. ai sensi del R.R. 7/2017 e s.m.i. -Tav. U del 20.01.2024 - PLANIMETRIA DELLA RETE DI FOGNATURA integrata con le criticità idrauliche discusse nell'incontro del 15/12/2023

dov'è riportata la planimetria della rete messa a disposizione dai tecnici Uniacque.

Come si può osservare sulla tavola, la rete fognaria del centro abitato di Villa di Serio è vincolata dalla morfologia della porzione urbanizzata e si sviluppa sostanzialmente con andamento da nord-est a sud-ovest conferendo i reflui fognari verso la stazione di sollevamento ubicata al limite sud-ovest del territorio comunale (in prossimità dello scarico S1 e dello sfioratore SF1, vedi ALLEGATO 1). Le portate sollevate sono poi conferite al collettore intercomunale diretto verso l'impianto di depurazione di Ranica.

La rete è mista; lungo il suo sviluppo sono presenti numerosi sfioratori di piena che alleggeriscono il funzionamento idraulico dei condotti deviando le acque sfiorate verso i corpi idrici sia naturali che artificiali presenti sul territorio comunale, come illustrato nella tabella seguente:

SCARICO	POSIZIONE MANUFATTO	ORIGINE SCARICO	ORIGINE SCARICO	CORPO IDRICO RICETTORE
S1	via S. Stefano	SFIORATORE DI PIENA E TROPPO PIENO STAZ. SOLLEVAMENTO (verso depuratore di Ranica)	SF1	fiume Serio
S2	via Dosie angolo via Marchesi	SFIORATORE DI PIENA	SF2	canale di Gronda
S3	via Crotti angolo via delle Ripe	SFIORATORE DI PIENA	SF3	canale di Gronda
S4	via delle Ripe	SFIORATORE DI PIENA	SF4	canale di Gronda
S5	via S. Stefano angolo via A.Cortesi	SFIORATORE DI PIENA	SF5	fiume Serio
S6	via S. Stefano angolo via E.Berlinguer	SFIORATORE DI PIENA	SF6	fiume Serio
S7	via Aldo Moro angolo via cimitero	SFIORATORE DI PIENA	SF7	fiume Serio
S8	località campo sportivo	SFIORATORE DI PIENA	SF8	fiume Serio
S9	via Caselle angolo via Palazzi	SFIORATORE DI PIENA	SF9	torrente Scapla
S10	Loc. Rinnovata	SFIORATORE DI PIENA	SF10	torrente Gavarnia
S11	via Kennedy	SFIORATORE DI PIENA	SF11	canale di Gronda
S12	via Caselle	SFIORATORE DI PIENA	SF12	canale tombinato
S13	via Ronchi	SFIORATORE DI PIENA	SF13	canale tombinato
S14	Via Monsignor G.B.Marchesi	SFIORATORE DI PIENA	SF14	canale tombinato

5. ANALISI DELLE CONDIZIONI DI RISCHIO E CRITICITÀ IDRAULICHE PER IL TERRITORIO COMUNALE DI VILLA DI SERIO

5.1 Criticità riguardanti il reticolo idrico naturale

Come già illustrato nel Cap.3 il reticolo idrico naturale nel territorio di Villa di Serio è rappresentato, per quanto riguarda il Reticolo Principale, dal Fiume Serio e dal T. Gavarnia, mentre fanno parte del Reticolo Minore il T. Scapla ed una serie di corsi d'acqua secondari che si sviluppano nell'ambito collinare.

Il quadro conoscitivo delle criticità idrauliche è al momento sostanzialmente riconducibile alle seguenti fonti:

- aggiornamento della componente geologica del PGT, nel seguito denominato “STUDIO GEOLOGICO 2023” ;
- PGRA (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni), prodotto dall'autorità Di Bacino del Fiume Po in stretto coordinamento con le Regioni del bacino padano (aggiornato al 2022);
- recenti valutazioni riguardanti le aree allagabili dalle piene del T. Gavarnia (“STUDIO DI FATTIBILITÀ FINALIZZATO ALLA VALUTAZIONE TECNICO-ECONOMICA DEGLI INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL TORRENTE GAVARNIA NEI COMUNI DI NEMBRO, SCANZOROSCIATE E VILLA DI SERIO” redatto dagli scriventi per conto di ERSAF Lombardia in collaborazione con UTR Bergamo nel novembre 2022.
- STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO RELATIVO ALLA ROGGIA BORGOGNA, AL TORRENTE SCAPLA E ALLA RETE FOGNARIA IN COMUNE DI VILLA DI SERIO (BG): VERIFICA IDRAULICA DELLE CONDIZIONI DI ALLAGAMENTO DEL TRATTO TERMINALE DEL TORRENTE SCAPLA E DELLA FUNZIONALITÀ IDRAULICA DELLA RETE FOGNARIA (redatto dal Prof. Ing. G.Barbero Ph.D. per conto del Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca nel settembre 2022);
- Segnalazioni e/o informazioni raccolte in loco o fornite dall'ente gestore della fognatura (Uniacque) e correlate anche ad insufficienze dei sistemi fognari.

5.1.1 Aree a rischio idraulico sul reticolo principale

Le più importanti indicazioni sulle aree a rischio idraulico nel territorio Comunale di Villa di Serio sono quelle fornite dal PGRA (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni), adottato nella sua prima versione (dicembre 2015) dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, in attuazione di quanto previsto dal D.lgs. 49/2010 e dalla Direttiva Europea 2007/60/CE (Direttiva Alluvioni). Tali indicazioni sono state riportate sulle varie versioni delle Mappe P.G.R.A. (2013, 2015, 2019, 2022) successivamente prodotte e pubblicate sul Geoportale della Regione Lombardia.

Secondo la relazione PGRA “PIANO PER LA VALUTAZIONE E LA GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI ALLEGATO 5 CONTRIBUTI ALLE MAPPE E AL PIANO PERVENUTI NELL’AMBITO DEL PROCESSO PARTECIPATO. REVISIONE DELLE MAPPE – DICEMBRE 2015”, le attività del PGRA si sono sviluppate utilizzando fonti documentali e metodologie specifiche per ciascuno dei seguenti ambiti:

- reticolo principale (RP),
- aree costiere lacuali (ACL),
- reticolo secondario di pianura (RSP),
- reticolo secondario collinare e montano (RSCM).

Come illustrato nella figura seguente, per il comune di Villa di Serio il PGRA ha riconosciuto le presenza degli ambiti:

- reticolo principale (RP),
- reticolo secondario collinare e montano (RSCM).

COMUNE	PROVINCIA	CODICE ISTAT	AMBITO RP		AMBITO RSCM		AMBITO RSP				AMBITO ACL			
			COMUNI CON AREE ALLAGABILI IN AMBITO RP	COMUNI CON FASCE FLUVIALI PAI VIGENTI	COMUNI CON AREE ALLAGABILI IN AMBITO RSCM	COMUNI TENUTI ALL'AGGIORNAMENTO DELL'ELABORATO 2 DEL PAI DA D.G.R. VII/7365/2001	AMBITO RSCM AREE ALLAGABILI DERIVANTI DA STUDI DI SOTTOBACINO IDROGRAFICO, EVENTI ALLUVIONALI RECENTI O SEGNALATE DA COMUNI (PARAGRAFO 3.2 DELLE DISPOSIZIONI)	AREE ALLAGABILI CORRISPONDENTI ALLE AREE A RISCHIO IDROGEOLOGICO MOLTO ELEVATO DI TIPO IDRAULICO GIÀ PRESENTI NEL PAI (NORME TITOLO IV)	COMUNI APPARTENENTI NELL'AMBITO RSP (NON TENUTI ALL'AGGIORNAMENTO DELL'ELABORATO 2 DEL PAI DA D.G.R. VII/7365/2001)	COMUNI CON AREE ALLAGABILI IN AMBITO RSP	AREE ALLAGABILI TRATTE DAI PGT DEI COMUNI (S - CARA DI SINTESI, P - CARTA PAI)	SEGNALAZIONI DI AREE ALLAGABILI DA CONSORZI DI BONIFICA	AREE ALLAGABILI DA STUDI SOVRACOMUNALI	COMUNI CON AREE ALLAGABILI IN AMBITO ACL
VILLA DI SERIO	BG	16240	X	X	X	X								

5.1.1.1 Fondovalle del fiume Serio (ambito RP del PGRA)

Nell’**Ambito RP, corrispondente al fondovalle del fiume Serio**, prima dell’entrata in vigore del PGRA, erano state definite i limiti di fascia A, B e C del P.A.I.. Per tale ambito il PGRA ha invece individuato le seguenti classi:

- Area interessate da alluvioni frequenti (aree P3/H);
- Area interessate da alluvioni poco frequenti (aree P2/M);
- Area interessate da alluvioni rare (aree P1/L);

Nella relazioni illustrative del PGRA si evidenzia poi che la delimitazione delle aree inondabili del Reticolo Principale RP, nel quale rientra evidentemente il Serio, è stata effettuata a partire dai livelli di piena stimati nelle modellazioni idrauliche ed ha previsto diversi gradi di approfondimento a seconda delle informazioni di base disponibili. Nella documentazione del PGRA si precisa in particolare che in alcuni casi ci si è basati sulla “...sola interpolazione su carte tecniche e ortofoto, dei punti estremi di allagamento sulle sezioni trasversali”, mentre in altre situazioni si è potuto fare affidamento sull’...utilizzo congiunto della mappa di soggiacenza elaborata tramite l’intersezione GIS fra il DEM liquido (superficie interpolante i livelli di piena alle diverse sezioni) e il DTM realizzato con tecnica laser scanner e con passo pari a circa 1 m”.

Focalizzando l’attenzione sul F.Serio, nel seguito si riporta la “SCHEMA DESCRITTIVA DELLE MAPPE DI PERICOLOSITÀ SUL RETICOLO PRINCIPALE” inserita all’Allegato 1 del documento “II A – MAPPATURA DELLA PERICOLOSITÀ E VALUTAZIONI DEL RISCHIO” in cui vengono indicate fonti, criteri e livelli di confidenza riguardanti la redazione delle mappe di tale corso d’acqua.

Corso d'acqua	Serio	da	Parre
Bacino	Adda	a	confluenza Adda
Bacino secondario	Serio	Lunghezza Km	91

Dati disponibili e fonti		Scenari di alluvione	Tempo di ritorno
Limiti delle aree inondabili	Alluvioni frequenti	<input checked="" type="checkbox"/>	20
	Alluvioni poco frequenti	<input checked="" type="checkbox"/>	200
	Alluvioni rare	<input checked="" type="checkbox"/>	500
Portate e livelli di piena in corrispondenza delle sezioni del modello	Alluvioni frequenti	<input checked="" type="checkbox"/>	20
	Alluvioni poco frequenti	<input checked="" type="checkbox"/>	200
	Alluvioni rare	<input checked="" type="checkbox"/>	500
Velocità medie in corrispondenza delle sezioni del modello	Alluvioni frequenti	<input checked="" type="checkbox"/>	20
	Alluvioni poco frequenti	<input checked="" type="checkbox"/>	200
	Alluvioni rare	<input checked="" type="checkbox"/>	500

		Studi			
Limiti delle aree inondabili	Alluvioni frequenti	MS			
	Alluvioni poco frequenti	MS			
	Alluvioni rare	MS			
Portate e livelli di piena in corrispondenza delle sezioni del modello	Alluvioni frequenti	SdF			
	Alluvioni poco frequenti	SdF			
	Alluvioni rare	SdF			
Velocità medie in corrispondenza delle sezioni del modello	Alluvioni frequenti	SdF			
	Alluvioni poco frequenti	SdF			
	Alluvioni rare	SdF			

Note su fonti

- SdF - Studio di fattibilità: Studio di fattibilità degli interventi di sistemazione (2004). Contiene analisi idrologica, analisi idraulica con modello monodimensionale di asta con sezioni topografiche appositamente rilevate e delimitazione delle aree inondabili per eventi con TR 20, 200 e 500.

- MS: Mappe di soggiacenza: rappresentano la soggiacenza del terreno rispetto ai livelli di piena e derivano dall'intersezione GIS fra il DEM liquido (superficie interpolante i livelli di piena dello SdF) e il DEM del terreno (DTM derivante da rilievo laser scanner effettuato dal MATTM nel 2008/2009).

Criteri di rielaborazione dei dati e aggiornamento delle delimitazioni delle aree inondabili

La disponibilità sull'intera asta fluviale del DTM e delle mappe di soggiacenza ha consentito la verifica e l'aggiornamento delle aree inondabili delimitate nell'ambito dello SdF.

Per lo scenario di piena poco frequente, laddove disponibili le necessarie informazioni, si sono caratterizzati i tratti dove il limite delle aree inondabili è contenuto da argini principali o da altri rilevati al fine di evidenziare le possibili situazioni di pericolosità residuale.

Per lo scenario di piena rara la delimitazione delle aree inondabili è stata effettuata tenendo conto, seppur con criteri speditivi, dei possibili fenomeni di rottura dei rilevati (arginali, stradali, ecc.) che contengono i livelli di piena e di fenomeni estremi e locali quali ad esempio la parzializzazione o ostruzione delle luci dei ponti, l'incidenza del trasporto solido, il mancato funzionamento di paratoie.

Livelli di confidenzaCorsoAcqua: **Livello di confidenza****Dati topografici (completezza e aggiornamento) necessari per la mappatura**

Alto	Medio	Basso
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Dati idrologici e idraulici (completezza e aggiornamento) necessari per la mappatura

<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	-------------------------------------	--------------------------

Qualità del processo di rielaborazione e aggiornamento effettuato

<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	-------------------------------------	--------------------------

Note sul livello di confidenza

Il livello di confidenza associabile alla delimitazione delle aree inondabili si può ritenere adeguato rispetto alle finalità delle mappe e alla prima fase di gestione prevista dalla Direttiva 2007/60/CE.

Tale livello di confidenza potrà essere migliorato, nei successivi cicli di aggiornamento del piano, mediante analisi idrauliche locali di maggior dettaglio e mediante verifiche locali (sopralluoghi, segnalazioni, ecc.).

Per lo scenario di piena rara è inoltre necessario considerare l'incertezza connessa alla stima dei livelli di piena e a possibili fenomeni estremi connessi allo scenario in questione (rottura dei rilevati arginali e stradali che contengono il livello, parzializzazione o ostruzione delle luci dei ponti, mancato funzionamento di paratoie, ecc.). Al fine di migliorare il livello di confidenza per tale scenario di piena occorrono pertanto specifici approfondimenti di asta fluviale o di area vasta.

Comuni interessati dalle aree inondabili**Scenari di piena H-M**

Clusone - Piario - Ponte Nossola - Vertova - Casnigo - Colzate - Gazzaniga - Fiorano al Serio - Cene - Albino - Nembro - Alzano Lombardo - Pradalunga - Ranica - Villa di Serio - Scanzorosciate - Gorle - Pedrengo - Seriate - Grassobbio - Zanica - Cavernago - Urgnano - Ghisalba - Cologno al Serio - Martinengo - Morengo - Romano di Lombardia - Bariano - Fornovo San Giovanni - Fara Olivana con Sora - Mozzanica - Castel Gabbiano - Casale Cremascano - Vidolasco - Sergnano - Ricengo - Pianengo - Crema - Madignano - Ripalta Cremasca - Ripalta Arpina - Ripalta Guerina - Montodine - Parre

Scenario di piena L

Clusone - Piario - Ponte Nossola - Vertova - Casnigo - Colzate - Gazzaniga - Fiorano al Serio - Cene - Albino - Nembro - Alzano Lombardo - Pradalunga - Ranica - Villa di Serio - Scanzorosciate - Gorle - Pedrengo - Seriate - Grassobbio - Zanica - Cavernago - Urgnano - Ghisalba - Cologno al Serio - Martinengo - Morengo - Romano di Lombardia - Bariano - Fornovo San Giovanni - Fara Olivana con Sora - Mozzanica - Castel Gabbiano - Casale Cremascano - Vidolasco - Sergnano - Ricengo - Pianengo - Crema - Madignano - Ripalta Cremasca - Ripalta Arpina - Ripalta Guerina - Montodine - Parre - Caravaggio - Offanengo

Le schede evidenziano in definitiva che:

- 1) le valutazioni idrologico-idrauliche per il F.Serio sono state effettuate a partire dallo "Studio di fattibilità degli interventi di sistemazione (2004)", dizione con il quale il PGRA identifica lo "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica di Adda, Brembo e Serio (Autorità di Bacino Fiume PO, giugno 2003 – luglio 2005)";
- 2) le mappe di soggiacenza derivano dall'intersezione GIS tra DTM liquido (superficie interpolante i livelli di piena dello "Studio di Fattibilità") e il DEM del terreno (derivante da rilievo Laser scanner effettuato dal MATTM nel 2008/2009);
- 3) il livello di confidenza è stato valutato alto per quanto riguarda i dati topografici utilizzati per la mappatura e medio per quelli idrologici e idraulici fornendo, in ultima analisi, un giudizio complessivo "medio" sulla qualità del processo di elaborazione e aggiornamento effettuato.

In sostanza per quanto riguarda il F. Serio nel Comune di Villa di Serio (vedi Tav. DSRI-2):

- l'area interessata da **alluvioni frequenti (P3/H)**, occupa l'asta principale del Serio e la porzione in fregio al fiume situata in prossimità del ponte di collegamento tra Villa di Serio ed Alzano L.do. (Una considerazione specifica può essere espressa riguardo all'area interposta tra sponda sinistra del Serio e canale scolmatore, che per buona parte risulta significativamente sopraelevata sia rispetto ai livelli duecentennali sia rispetto ai cinquecentennali, il che porta a

ritenere che il suo inserimento in fascia P3/H sia conseguente ad una scelta cautelativa con la quale nel PGRA si è deciso di adottare la sponda sinistra dello scolmatore come limite esterno della stessa fascia P3/H);

- l'area interessata da **alluvioni poco frequenti (P2/M)** si osserva in un settore limitato in corrispondenza del limite meridionale del comune (tra via Mattei e via S.Stefano) e più a nord, nel tratto compreso tra la traversa Borgogna e via Kennedy;
- l'**area interessata da alluvioni rare (P1/L)** occupa invece buona parte della porzione urbanizzata del territorio comunale.

Per considerare le problematiche connesse a tali classificazioni della pericolosità idraulica, nel recente aggiornamento della Componente geologica del PGT si è tenuto conto delle indicazioni del PGRA attribuendo a ciascuna area una opportuna classe di fattibilità geologica, definendo nel contempo delle norme che ne regolano il possibile utilizzo (vedi § 7.2 Misure non strutturali).

Va infine segnalato, secondo quanto riferito dai competenti tecnici di Regione Lombardia, che risulta essere in corso un nuovo studio di dettaglio riguardante il F.Serio che porterà ad una profonda revisione e ad un superamento delle informazioni attualmente disponibili. Di esso si dovrà ovviamente tenere conto, non appena se ne verificherà l'effettiva disponibilità.

5.1.1.2 Il torrente Gavarnia (ambito RSCM del PGRA)

Come da definizione del PGRA, **l'Ambito RSCM corrisponde alla parte montana e collinare del territorio comunale**, comprendendo in particolare il torrente Gavarnia (vedi Tav. DSRI-1).

Al riguardo si precisa che rispetto alla perimetrazione riportata nel PGRA vigente (vers.2022), che per il T. Gavarnia individua solo aree a pericolosità bassa (P1-Low), nell'ambito dell'aggiornamento 2023 dello Studio geologico comunale si è proceduto alla riclassificazione della pericolosità idraulica, sulla base delle risultanze del recente studio promosso da ERSAF Lombardia con il supporto di UTR Bergamo:

“STUDIO DI FATTIBILITÀ FINALIZZATO ALLA VALUTAZIONE TECNICO-ECONOMICA DEGLI INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL TORRENTE GAVARNIA NEI COMUNI DI NEMBRO, SCANZOROSCIATE E VILLA DI SERIO” (ing. Fenaroli- Geol. Pecchio, novembre 2022).

nel seguito denominato “*Studio Gavarnia 2022*”. Tale revisione verrà presumibilmente inserita nel prossimo aggiornamento del PGRA.

Il risultato complessivo è riportato sulla Tav DSRI-2, che riprende integralmente i contenuti della tav.9 di aggiornamento del PGT, con la sola aggiunta di stralci di dettaglio per le aree del torrente Gavarnia.

Rimandando per i dettagli allo “*Studio Gavarnia 2022*”, nel seguito si ritiene utile riportarne una sintesi, al fine di fornire gli elementi principali considerati per la determinazione delle nuove classi di pericolosità.

In tale documento, propedeutico all'esecuzione di interventi di manutenzione straordinaria lungo il T. Gavarnia, si è innanzitutto valutato l'inquadramento territoriale del bacino, evidenziando che esso si sviluppa, nella porzione più settentrionale, nel comune di Scanzorosciate

(loc. Gavarno Vescovado) mentre, nelle porzioni mediana e terminale, segna il confine tra i comuni di Nembro a nord-est e Villa di Serio a sud-ovest (vedi figura successiva).

Al fine di caratterizzare le problematiche di carattere idraulico, si è poi proceduto:

- alla ricostruzione storica degli eventi alluvionali più significativi e dei loro effetti sul territorio (con particolare riferimento all'evento del 24 maggio 2019);
- all'analisi teorica degli aspetti idrologico-idraulici (caratterizzazione pluviografica del bacino, definizione dei principali parametri morfometrici e stima delle portate di progetto), per arrivare alla determinazione dei livelli di piena in corrispondenza dei principali manufatti presenti lungo il corso d'acqua (passerelle e ponti) ed al tracciamento delle aree allagabili nel tratto esaminato, con valutazione delle condizioni dei manufatti interferenti.

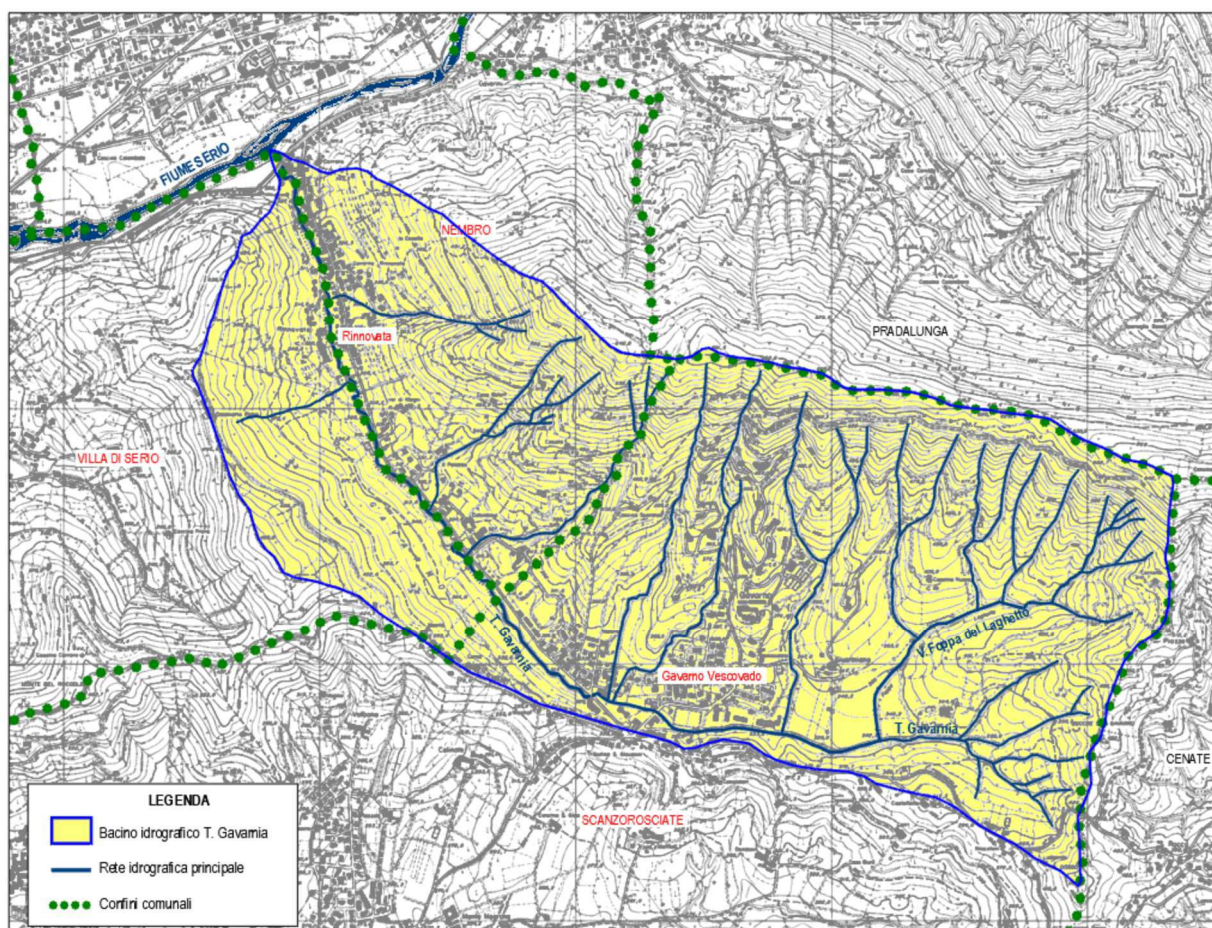


Fig.5.1: T. Gavarnia: inquadramento territoriale del bacino

Nel seguito si fornisce una sintesi dei risultati di tali attività, facendo particolare riferimento alla porzione di torrente Gavarnia ricadente nel territorio comunale di Villa di Serio.

Analisi storica degli eventi significativi del T. Gavarnia: quadro informazioni desumibili dai documenti di pianificazione comunale e dalle testimonianze raccolte

Le informazioni reperite riguardo agli eventi storici sono state ricavate oltre che da comunicazioni degli Enti istituzionali coinvolti, anche dalle testimonianze dei residenti.

Tali informazioni, di carattere generale, sono poi state integrate esaminando la documentazione prodotta a seguito di vari sopralluoghi effettuati da Regione Lombardia, dai Comuni, e anche attraverso diversi sopralluoghi in sito con i Tecnici comunali e della Protezione Civile, per raccogliere ulteriori informazioni in merito sia alla individuazione delle criticità osservate, sia agli eventuali interventi di Protezione Civile previsti.

Il quadro conoscitivo è stato infine completato anche con varie interviste ai residenti, risultate particolarmente utili per la ricostruzione (anche attraverso l'acquisizione di interessante documentazione fotografica e filmati), dell'evento alluvionale del 24 maggio 2019 che, a detta degli abitanti, risulta essere stato *"... il più severo che si ricordi ..."*.

Le prime notizie in merito ad eventi alluvionali sul T. Gavarnia risalgono al 1949 e sono state documentate dall' Ing. Mondella, tecnico del Comune di Nembro, nella sua relazione *"SISTEMAZIONE ALVEO GAVARNIA ALLA COLOMBERA BASSA"* dell'aprile 1950.

In tale documento, oltre a segnalare i danni causati dall'evento avvenuto in località Colombera bassa, all'incirca all'incrocio tra la SP65 e via Colombera in comune di Nembro, si afferma che:

"... nelle ultime alluvioni del 1949, la corrente ha eroso un lunghissimo tratto della via comunale e ha coperto di breccie un lungo tratto appunto nella località segnalata la corrente ha eroso i mappali 2879, 2637, 838, 858, di Nembro ampliando per apporto quella in sponda sinistra (Villa di Serio) ..."

ed inoltre si indica il tipo di intervento previsto per la sistemazione della rete viaria danneggiata:

"... si è previsto di rimettere il torrente nella posizione iniziale scavando sulla sinistra e colmando sulla destra, per brevi tratti almeno per proteggere la strada ...".

Informazioni sugli eventi alluvionali più recenti sono state raccolte sia dagli operatori del Servizio di Protezione Civile comunale, sia da interviste effettuate ai residenti della zona da cui è risultato che sicuramente il più significativo degli ultimi anni è quello avvenuto nel pomeriggio del 24 maggio 2019 quando, nel giro di non più di mezz'ora, la zona di Gavarno-Rinnovata compresa tra il ponte della SP65 e il ponte di via Cattaneo è stata invasa da acqua, ramaglie e tronchi d'albero che hanno causato notevoli disagi ad aziende, abitazioni private e alla viabilità.

Il risultato delle varie indagini è stato sintetizzato nell'"ELABORATO E: PGRA-PAI SEGNALAZIONE EVENTI STORICI" dello *"Studio Gavarnia 2022"*, di cui si riportano nel seguito i fogli 1, 2 e 3, relativi alla porzione di corso d'acqua ricadente nel territorio comunale di Villa di Serio.

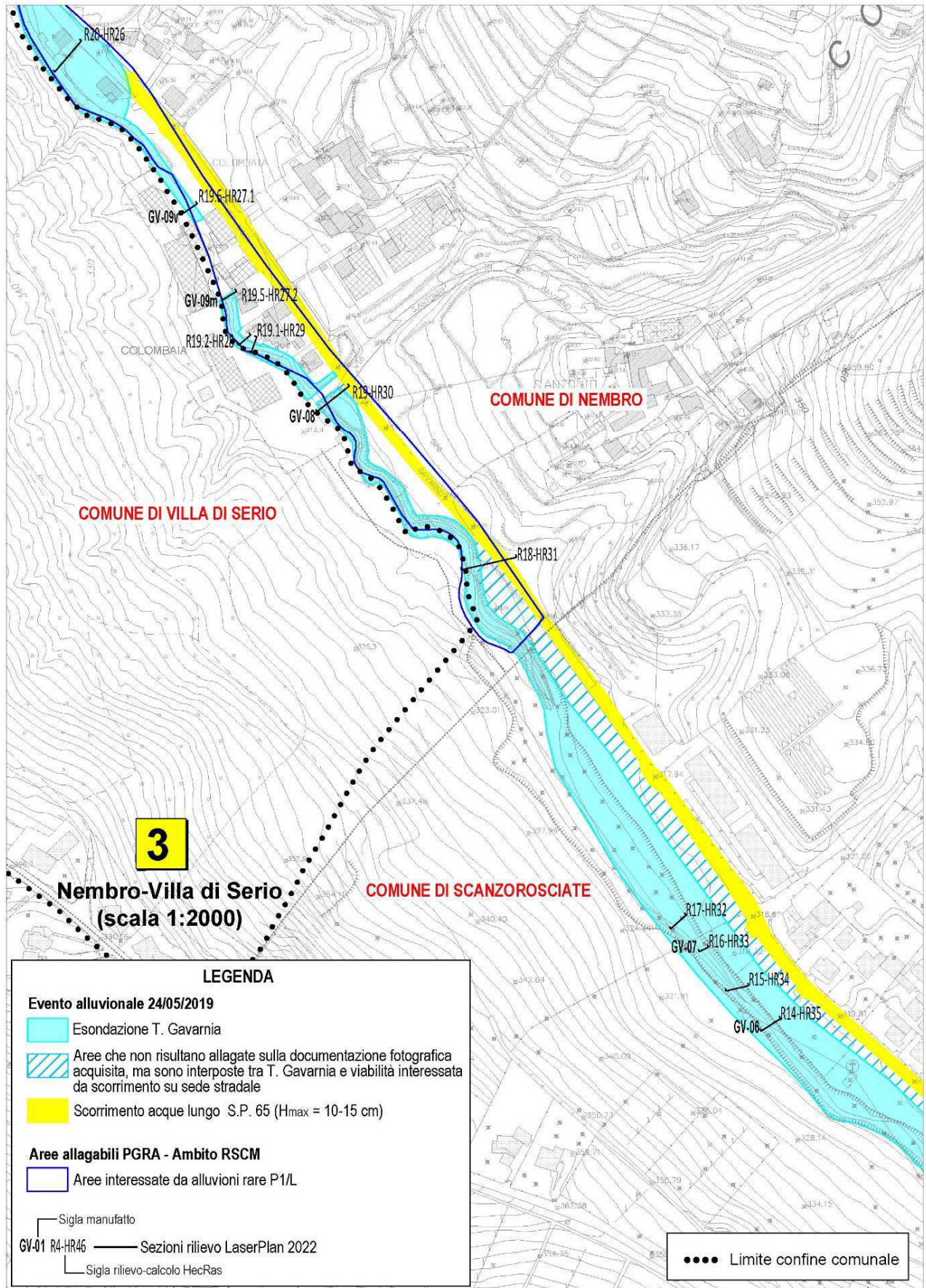


Fig.5.2/a: T. Gavarnia: Segnalazione Eventi storici nel tratto da confine Scanzorosciate a località Colombaia (da "Studio Gavarnia 2022" ELABORATO E: PGRA-PAI SEGNALAZIONE EVENTI STORICI - FOGLIO 3)

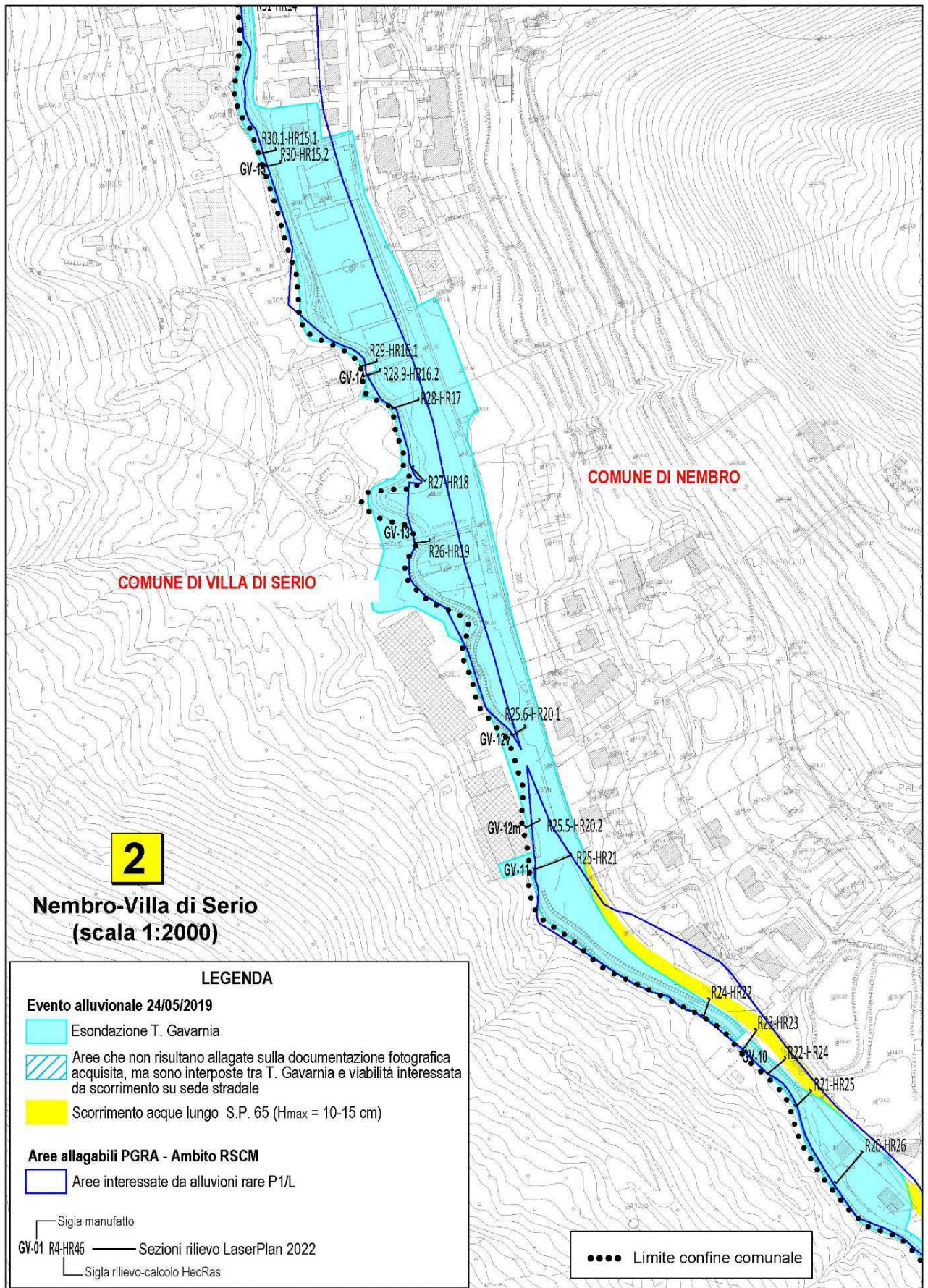


Fig.5.2/b: T. Gavarnia: Segnalazione Eventi storici nel tratto da località Colombaia a ponte via Cattaneo (da "Studio Gavarnia 2022" ELABORATO E: PGRA-PAI SEGNALAZIONE EVENTI STORICI - FOGLIO 2)

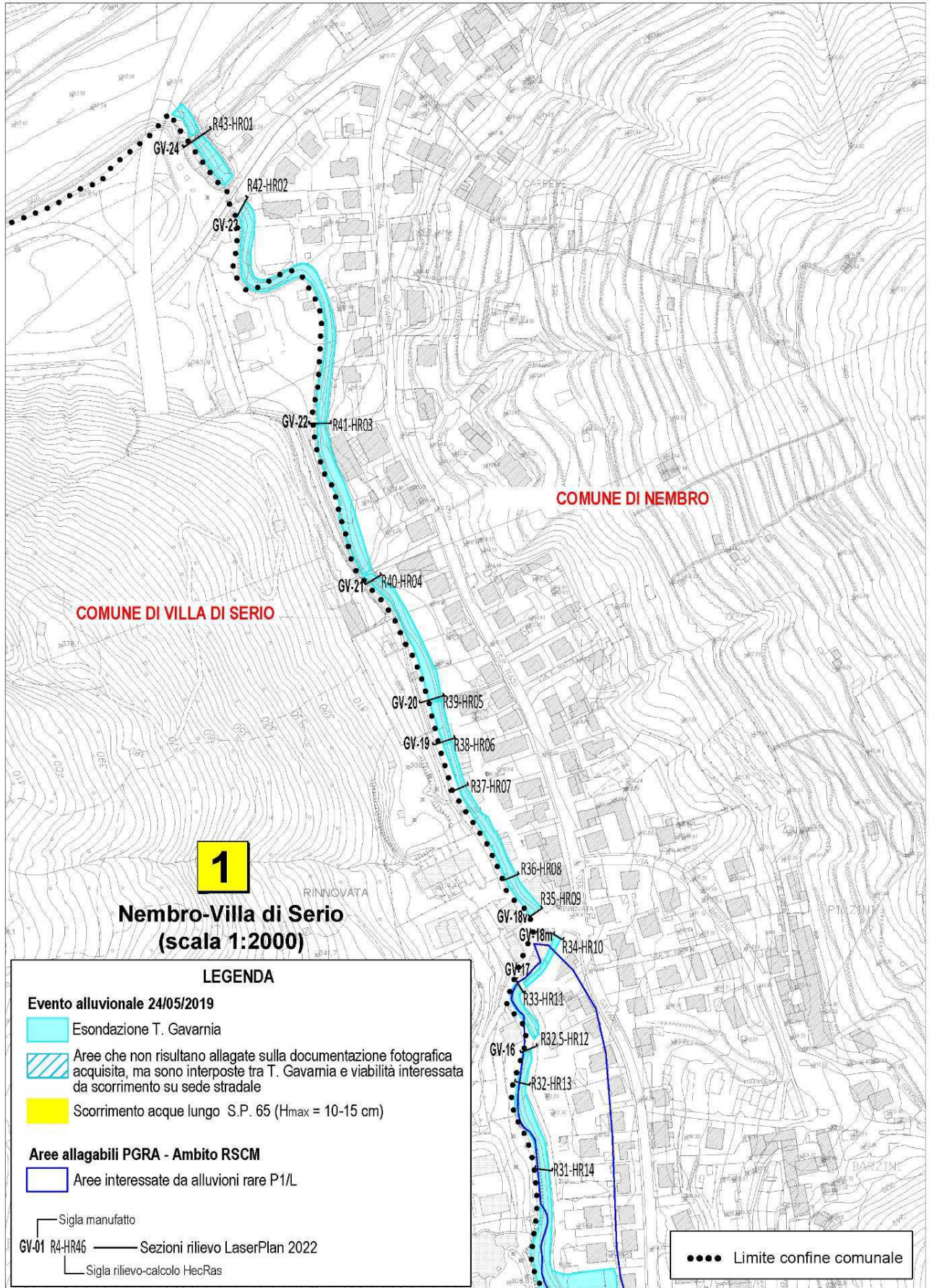


Fig.5.2/c: T. Gavarnia: Segnalazione Eventi storici nel tratto da ponte via Cattaneo a confluenza in Serio (da "Studio Gavarnia 2022" ELABORATO E: PGRA-PAI SEGNALAZIONE EVENTI STORICI - FOGLIO 1)

Nelle figure precedenti si può osservare la ricostruzione planimetrica dell'evento alluvionale del maggio 2019, distinguendo tra "aree direttamente interessate dall'esondazione" e aree in cui si è verificato lo scorrimento delle acque lungo la SP 65 con altezze non superiori ai 10-15 cm. E' stata poi inserita anche un'ulteriore classificazione per alcune aree sulle quali le testimonianze non hanno consentito di chiarire se sono state allagate oppure no, ma che comunque risultano interposte tra Gavarnia e viabilità provinciale, interessata da scorrimento di acque meteoriche, pur con tiranti limitati.

Come si può notare, il comune di Villa di Serio è stato interessato solo per alcune zone dall'evento alluvionale del maggio 2019. Le principali problematiche sono state individuate:

- immediatamente a monte della ditta Officine della Gavarnia (ponte GV-11), dove il fenomeno di esondazione è stato enfatizzato anche dalla significativa presenza di ramaglie che avrebbe parzializzato la luce del ponte (vedi foto successiva e fig. 5.2/b).



Comune di Villa di Serio: situazione in corrispondenza del ponte GV-12 delle Officine Gavarnia

Proseguendo verso valle l'esondazione ha interessato, oltre alla strada provinciale, anche il parcheggio del cimitero ed il centro sportivo/Oratorio in comune di Nembro (Fig. 5.2//b)

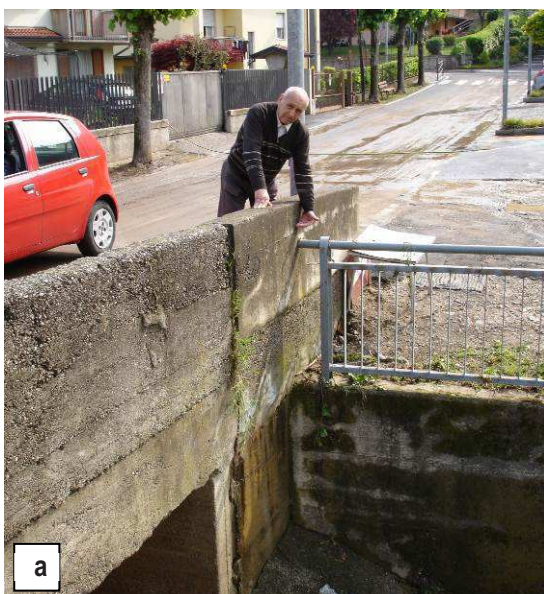


Comune di Nembro: allagamenti zona cimitero



Comune di Nembro: allagamenti zona oratorio di via Cattaneo il giorno seguente l'alluvione

Al ponte di via Cattaneo al confine tra Nembro (sponda destra) e Villa di Serio (sponda sinistra), l'acqua ha raggiunto il livello indicato nella foto seguente (a) ed a valle, sul in territorio comunale di Villa di Serio, si sono verificati smottamenti lungo la sponda (b).



A valle di via Cattaneo e fino alla confluenza nel Serio, dalle informazioni raccolte per l'evento del 2019, non risulterebbero essersi verificati significative problematiche idrauliche.

Analisi numerica degli aspetti idrologico-idraulici: Tracciamento delle aree allagabili e definizione della pericolosità idraulica

Nell’ambito dello “Studio Gavarnia 2022”, oltre all’analisi storica, si sono studiati gli aspetti idrologico – idraulici del bacino del torrente Gavarnia effettuando in particolare le seguenti attività:

- suddivisione del bacino in sottobacini significativi (vedi figura successiva);
- caratterizzazione morfometrica di ciascun sottobacino;
- stima della portata di progetto nelle sezioni più significative;
- valutazione dei livelli di piena con diversi tempi di ritorno mediante opportuna modellazione matematica dell’asta del corso d’acqua;
- tracciamento delle aree allagabili.

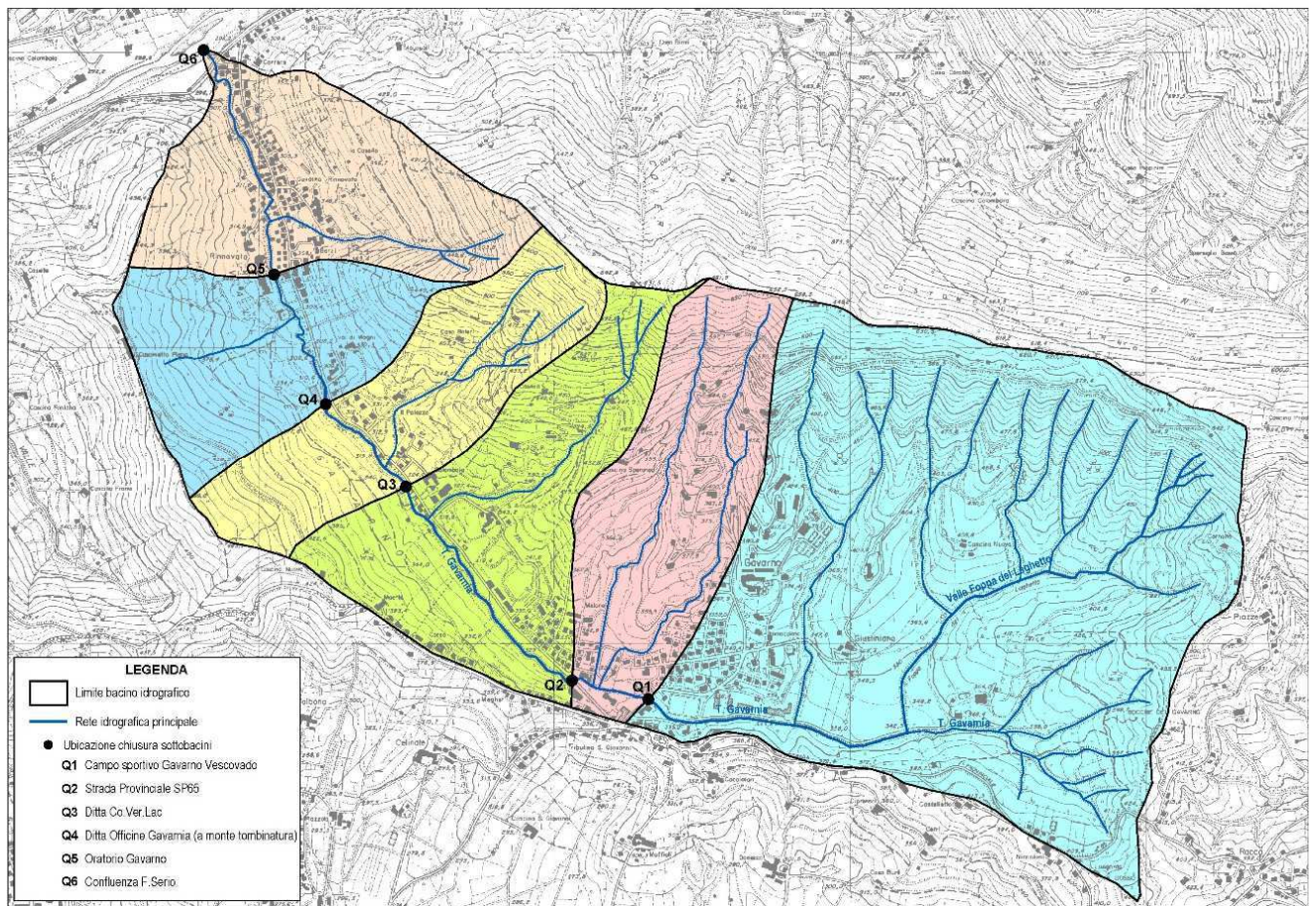


Fig.5.3: T. Gavarnia: suddivisione sottobacini idrografici

Rimandando allo studio originale per i dettagli delle varie attività si richiamano nel seguito i risultati ottenuti con il tracciamento delle aree allagabili, effettuato considerando 3 diversi scenari (Tempi di ritorno $T=20$, 100 e 200 anni) e combinando i livelli derivanti dalla modellazione matematica effettuata con i dati plano-altimetrici disponibili (aerofotogrammetrici comunali scala 1:2000 e rilievi topografici).

Nella Fig. 5.4/a, relativa al tratto al confine con il comune di Scanzorosciate, si evidenzia che:

- per tempi di ritorno ventennali la piena si mantiene sostanzialmente entro le sponde;
- per T_r pari a 100 e 200 anni il livello di piena interessa significativamente la sponda destra (lato Nembro), mentre sulla sponda opposta (lato villa di Serio), interessa solo alcuni edifici ed attività produttive presenti in località Colombaia;

Procedendo verso valle (Fig. 5.4/b), si segnala il tratto compreso tra la ditta "Officine della Gavarnia" ed il ponte di via Cattaneo in prossimità dell'oratorio, dove:

- per $T_r = 20$ anni risultano in pressione i ponti GV-13 e GV-15 e si producono estesi allagamenti delle porzioni più pianeggianti presenti a monte del ponte del Cimitero e del campo sportivo dell'oratorio.
- per $T_r = 100$ e 200 anni si verificano esondazioni più significative con sormonto dei manufatti presenti in questo tratto, ad eccezione del ponte del Cimitero (GV-14); l'area interessata si sviluppa prevalentemente in comune di Nembro coinvolgendo completamente la strada provinciale, il parcheggio in prossimità delle scuole, l'oratorio ed alcuni edifici appena a valle di via Cattaneo.

Nel tratto compreso tra via Cattaneo e la confluenza nel F. Serio (Fig. 5.4/c), i calcoli non evidenziano criticità particolari ed i livelli di piena considerati risultano sostanzialmente all'interno delle sponde. Sono comunque da segnalare:

- il possibile interessamento, per piene centennali, di una porzione limitata della pista ciclabile in corrispondenza del manufatto GV-21;
- l'allagamento risultante in sponda destra tra i manufatti GV-18 e GV-21, dove i livelli indicano esondazioni per $T_r=200$ anni;
- il funzionamento in pressione del manufatto di attraversamento della SP66 (GV-23) per T_r pari a 100 anni.

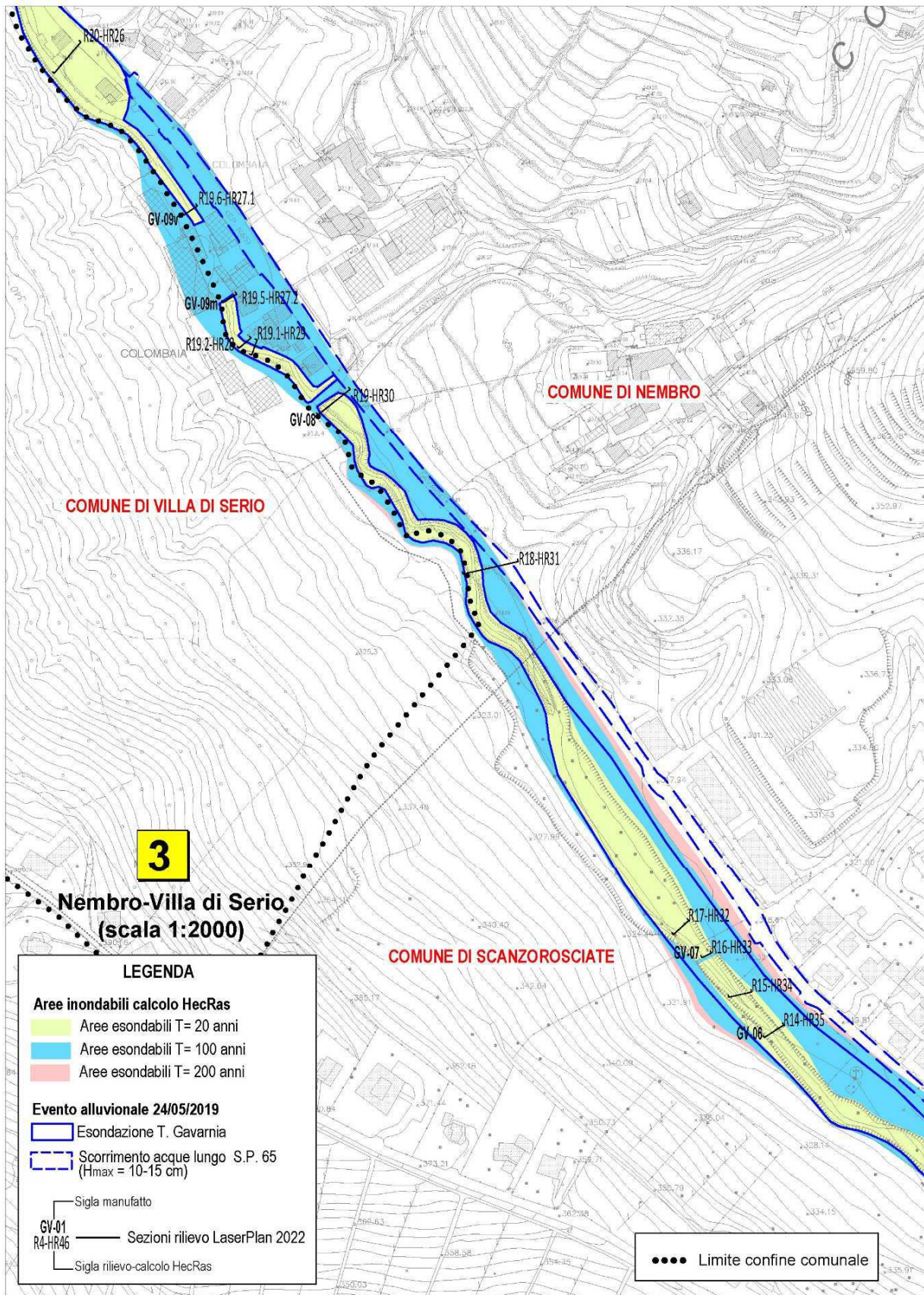


Fig.5.4/a: T. Gavarnia: Delimitazione aree allagabili nel tratto da confine Scanzorosciate a località Colombaia (da "Studio Gavarnia 2022" ELABORATO F: AREE ALLAGABILI TR 20, 100 E 200 ANNI - FOLGIO 3)

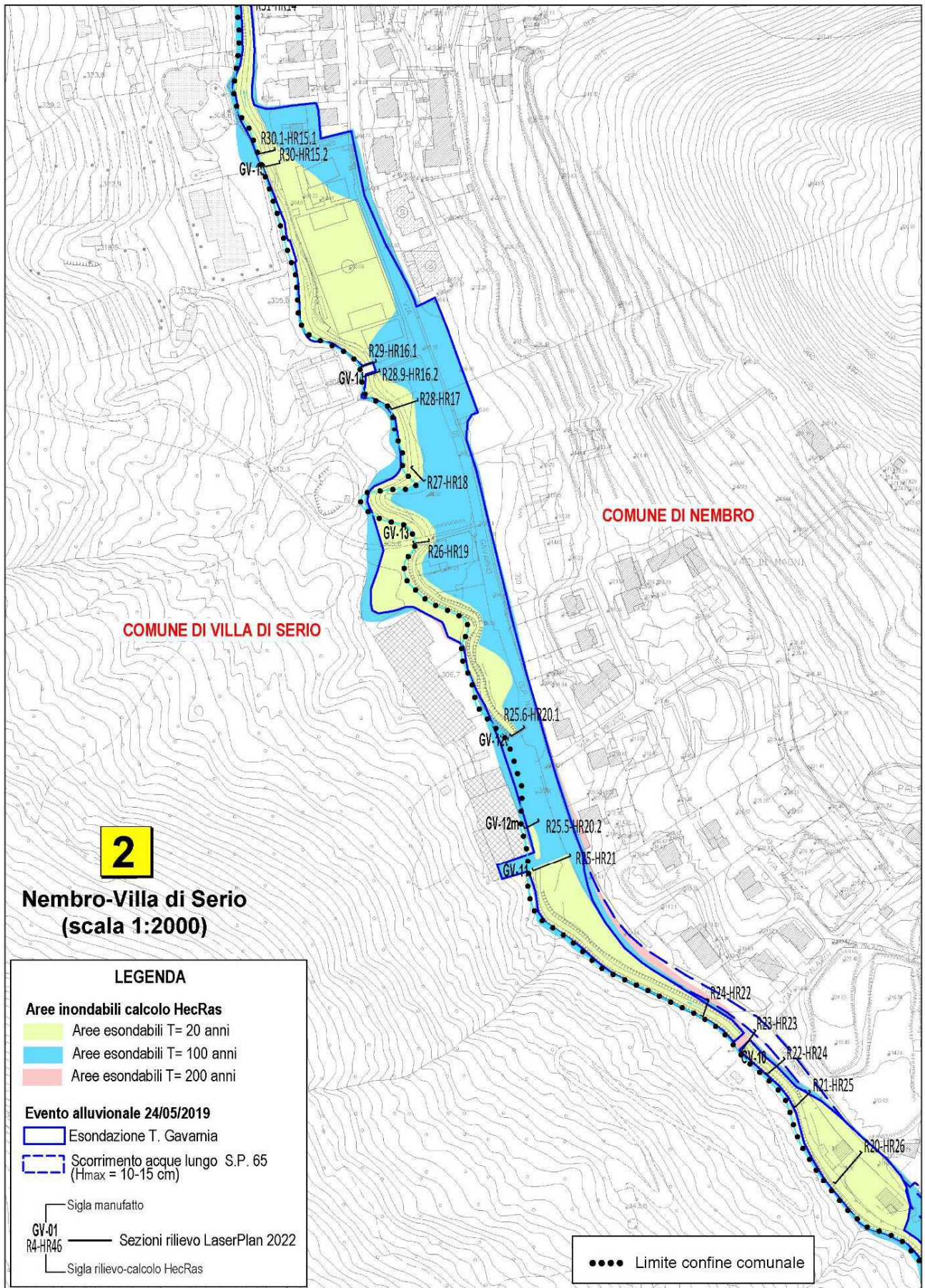


Fig.5.4/b: T. Gavarnia: Delimitazione aree allagabili nel tratto da località Colombaia a ponte via Cattaneo (da “Studio Gavarnia 2022” ELABORATO F: AREE ALLAGABILI TR 20, 100 E 200 ANNI - FOGLIO 2)

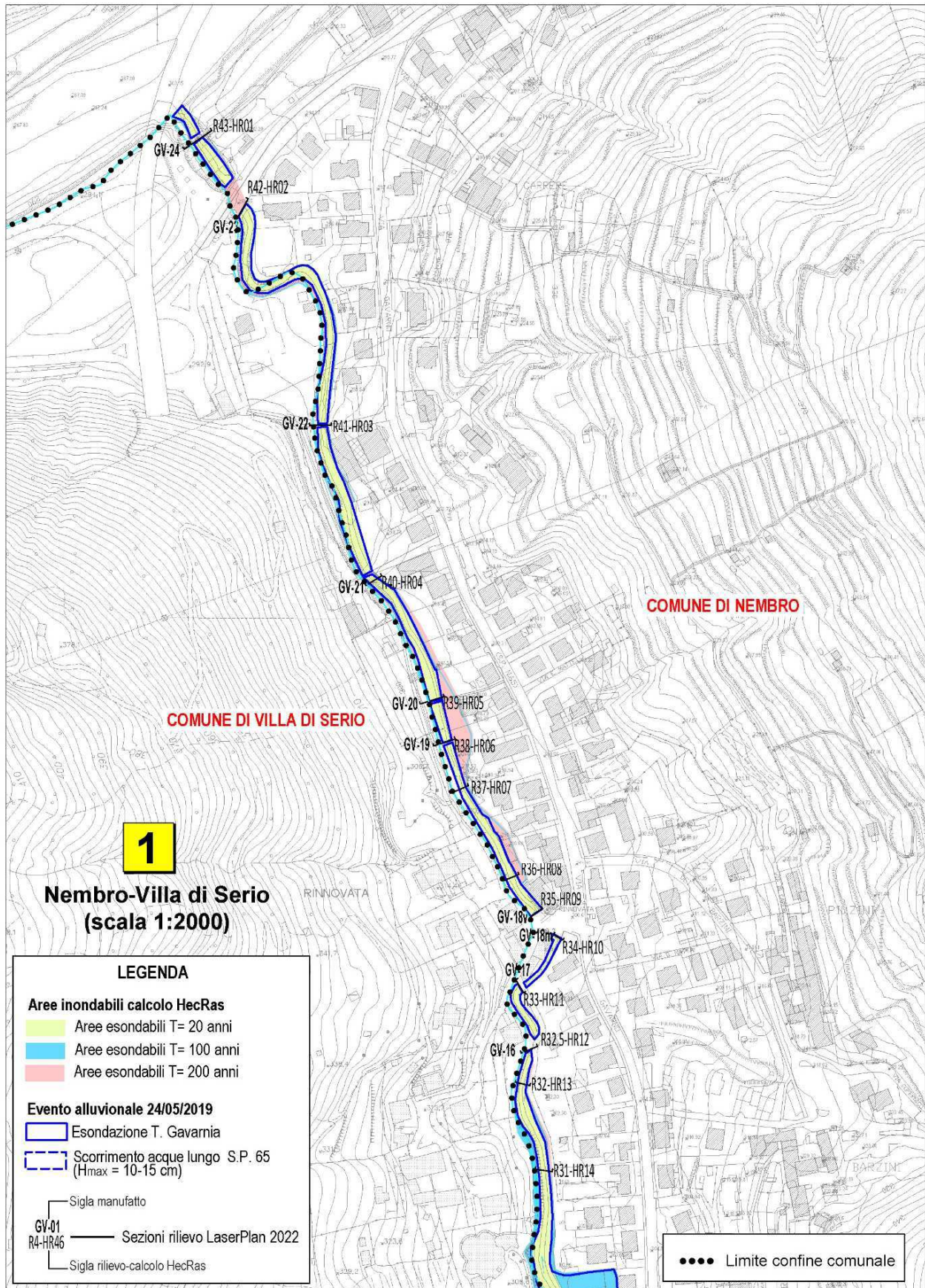


Fig.5.4/b): T. Gavarnia: Delimitazione aree allagabili nel tratto da ponte via Cattaneo a confluenza in Serio (da "Studio Gavarnia 2022" ELABORATO F: AREE ALLAGABILI TR 20, 100 E 200 ANNI - FOGLIO 1)

Si sottolinea infine, che dal confronto tra la mappatura derivante dai calcoli e la ricostruzione dell'evento alluvionale del maggio 2019 (indicata con linea blu nelle figure precedenti), si conferma l'eccezionalità di quanto accaduto nel 2019.

Bisogna peraltro sottolineare, al di là dell'intensità delle precipitazioni verificatesi nel 2019 (per le quali si è stimato un tempo di ritorno $Tr = 20 \div 50$ anni), che le testimonianze concordano nell'attribuire un ruolo significativo al fenomeno del trasporto solido (sia litoide che flottante) ed alla abbondante presenza di vegetazione nella sezione di deflusso.

Per quanto riguarda la pericolosità idraulica si è ritenuta ragionevole una classificazione effettuata associando aree allagabili e classi del PGRA:

P3/High (scenario frequente) aree allagabili $Tr = 20$ anni
P2/Medium (scenario poco frequente)..... aree allagabili $Tr = 100$ anni
P1/Low (scenario raro) aree allagabili $Tr = 200$ anni

Il risultato é riportato sulla Tav. DSRI-2.

Come per il Serio, anche per il T.Gavarnia a partire da tali classificazioni della pericolosità idraulica, nel recente aggiornamento della Componente geologica del PGT si sono attribuite alle varie aree delle opportune classi di fattibilità geologica, definendo nel contempo delle norme che ne regolano il possibile utilizzo (vedi § 7.2 Misure non strutturali).

5.1.2 Criticità idrauliche riguardanti il Reticolo Minore

Come descritto nel § 3.2 L'elemento più significativo del reticolo minore di Villa di Serio è senz'altro costituito dal torrente Scapla. Le criticità idrauliche segnalate per tale corso d'acqua riguardano sostanzialmente il suo tratto terminale, con allagamenti periodici delle aree urbanizzate limitrofe all'alveo del torrente appena prima della sua immissione nella roggia Borgogna.

L'analisi più completa delle condizioni che determinano tali allagamenti é quella contenuta nel recente studio commissionato al prof. Barbero dell'Università di Pavia dal Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca:

- Studio idrologico-idraulico relativo alla Roggia Borgogna, al torrente Scapla e alla rete fognaria in comune di Villa di Serio (BG): verifica idraulica delle condizioni di allagamento del tratto terminale del torrente Scapla e della funzionalità idraulica della rete fognaria (Barbero, settembre 2022).

Nella RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA dello “*Studio Barbero 2022*” sono infatti illustrate le elaborazioni ed i risultati della modellazione matematica del deflusso nel tratto terminale dello Scapla, per una lunghezza totale di circa 230 m. L'analisi idraulica è poi completata dalla verifica della rete fognaria che interagisce con il torrente per la presenza dello scaricatore di piena ubicato in via Caselle.

Nello studio in questione è stata innanzitutto valutata la risposta idrologica del bacino a seguito di precipitazioni di progetto per tempi di ritorno di 30 e 100 anni. Rimandando ai documenti originali per i dettagli si può in sintesi riportare che attraverso una modellazione afflussi-deflussi (modello di Nash con formula di Mc Sparran semplificata) si sono determinati gli idrogrammi di piena riportati nel seguito, caratterizzati dai seguenti valori delle portate massime:

Q (m ³ /s)	Tr = 30 anni	Tr = 100 anni
	3.81	5.70

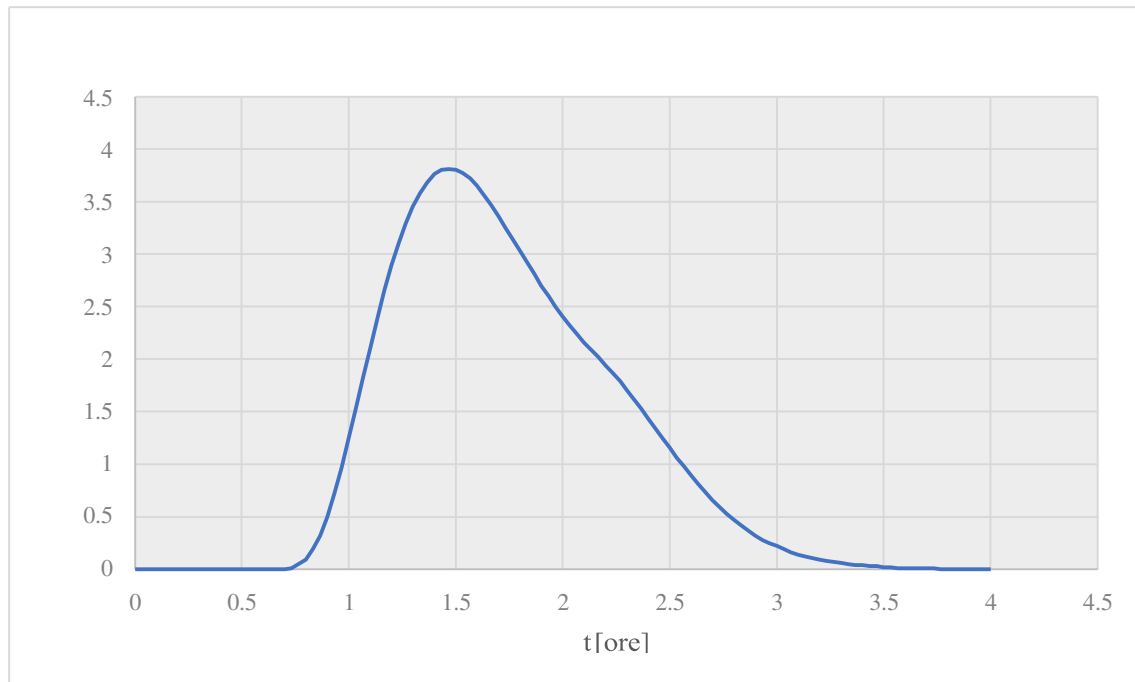


Fig.5.5 – T.Scapla: Idrogramma di piena per Tr = 30 anni (da “studio Barbero 2022”)

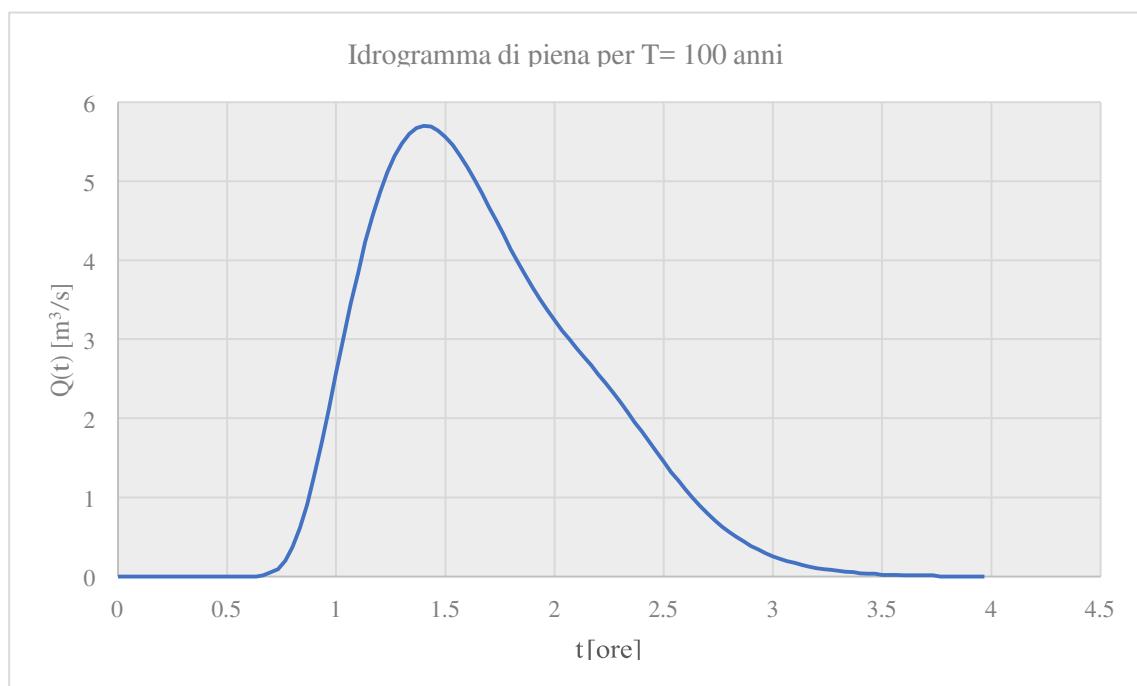


Fig.5.6 - T.Scapla: Idrogramma di piena per Tr = 100 anni (da “studio Barbero 2022”)

Sulla base di tali portate e della necessaria caratterizzazione dell'alveo (11 sezioni trasversali e sezione longitudinale del manufatto di scarico nella roggia Borgogna) nello “*Studio Barbero 2022*” si è poi proceduto alla modellazione matematica del tratto terminale (pendenza media circa 1.8%), partendo da circa 100 m a monte della tombinatura di via Caselle fino all'imbocco del manufatto di scarico nella roggia Borgogna (in corrispondenza della griglia all'interno destinata all'intercettazione del materiale galleggiante proveniente da monte).

Nella relazione dello studio 2022 si evidenzia in particolare che l'elemento più significativo è rappresentato dalla presenza della tombinatura di via Caselle, lunga circa 37 m ed avente una sezione rettangolare di dimensione variabile tra ingresso ed uscita.

Rimandando ancora una volta ai documenti dello “*Studio Barbero 2022*” per i risultati della modellazione, effettuata con il codice di calcolo HecRas 6.1.0 considerando in condizioni di moto permanente le portate $Tr= 30$ e 100 anni precedentemente riportate, per gli scopi del presente rapporto è invece opportuno richiamare le conclusioni che derivano dal tracciamento dei profili di piena:

- la piena trentennale ($Tr_{30}= 3.81 \text{ m}^3/\text{s}$) costituisce la condizione limite per il deflusso nel tratto, dal momento che il suo deflusso risulta lambire all'intradosso della tombinatura di via Caselle, con condizioni prossime al suo funzionamento in pressione;
- nel caso della piena centennale ($Tr_{100}= 5.70 \text{ m}^3/\text{s}$) si verificano invece:
 - il sormonto della tombinatura;
 - l'esonazione sponda destra per circa 20 m a valle della tombinatura;
 - l'esonazione per un breve tratto anche in sponda sinistra, sempre a valle della tombinatura.

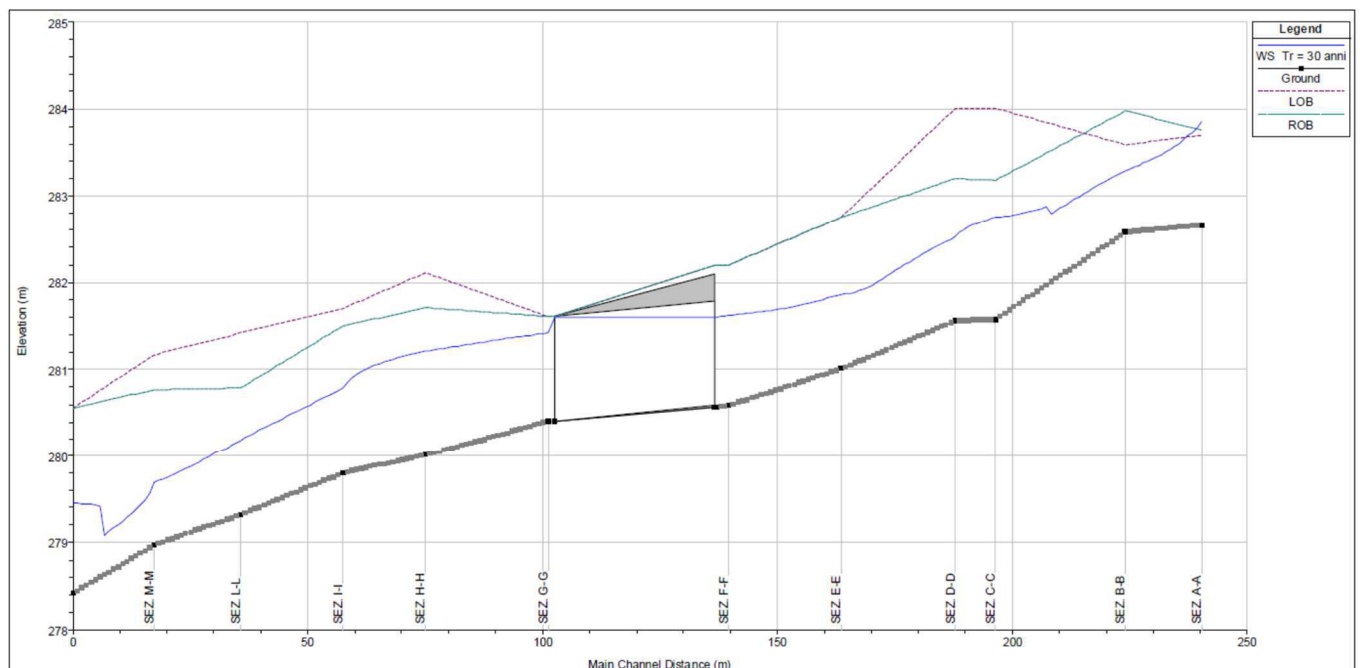


Fig.5.7 – T.Scapla: Profilo di moto permanente per la portata con $Tr = 30$ anni nello stato di fatto (da “*studio Barbero 2022*”)

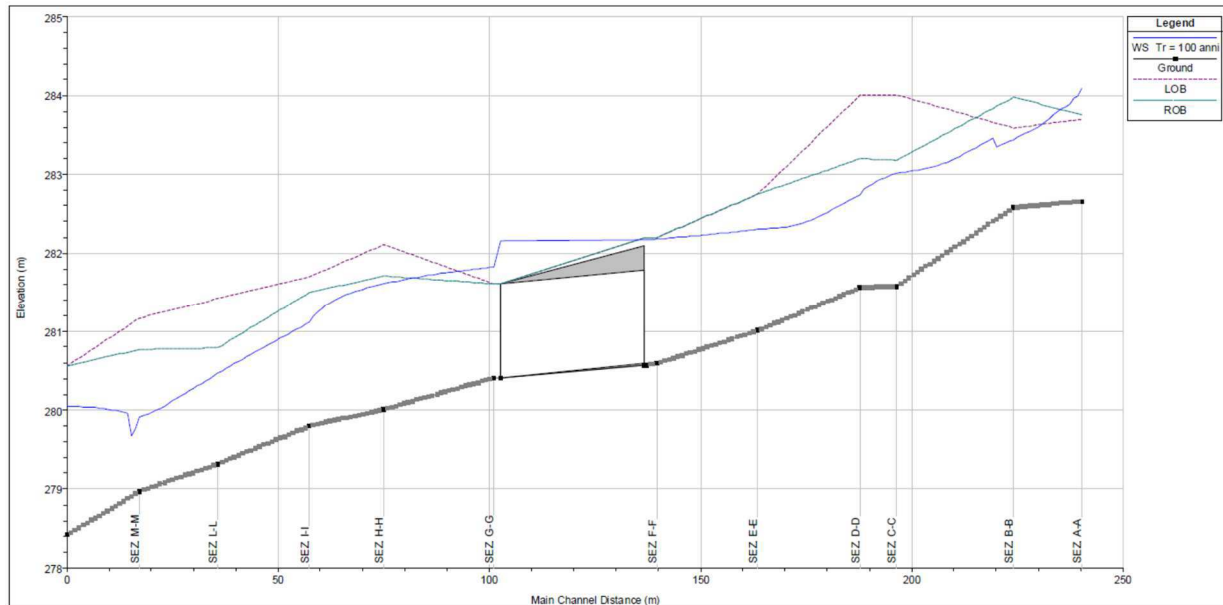


Fig.5.8 – T.Scapla: Profilo di moto permanente per la portata con $Tr = 100$ anni nello stato di fatto (da "studio Barbero 2022")

L'analisi idraulica del tratto terminale dello Scapla è stata poi completata considerando anche la possibilità di una parziale ostruzione della griglia in acciaio installata all'imbocco del manufatto di scarico nella roggia Borgogna per trattenere il materiale solido galleggiante. Come visualizzato nelle figure seguenti, da quest'ultima verifica risulta in definitiva che:

- con una percentuale di ostruzione del 60% non si ha esondazione nella zona terminale del torrente anche per la piena con tempo di ritorno 100 anni (i livelli risultano peraltro al limite del loro contenimento nella sezione di deflusso);
- con una percentuale di ostruzione pari all'80% si ha una leggera esondazione per la piena con tempo di ritorno 30 anni, mentre per la piena con $Tr = 100$ anni si verifica una consistente esondazione che interessa quasi tutto il tratto del torrente a valle della tombinatura di via Caselle.

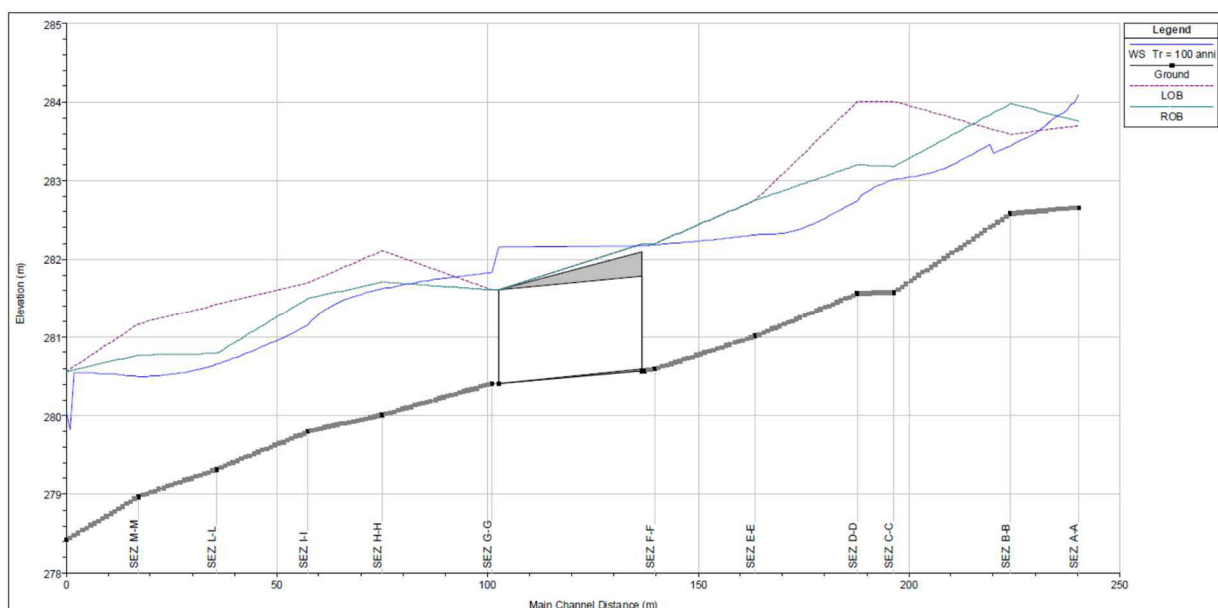


Fig.5.9 – T.Scapla: Profilo di moto permanente per la portata con $Tr = 100$ anni nel caso di ostruzione della griglia del 30% (da "studio Barbero 2022")

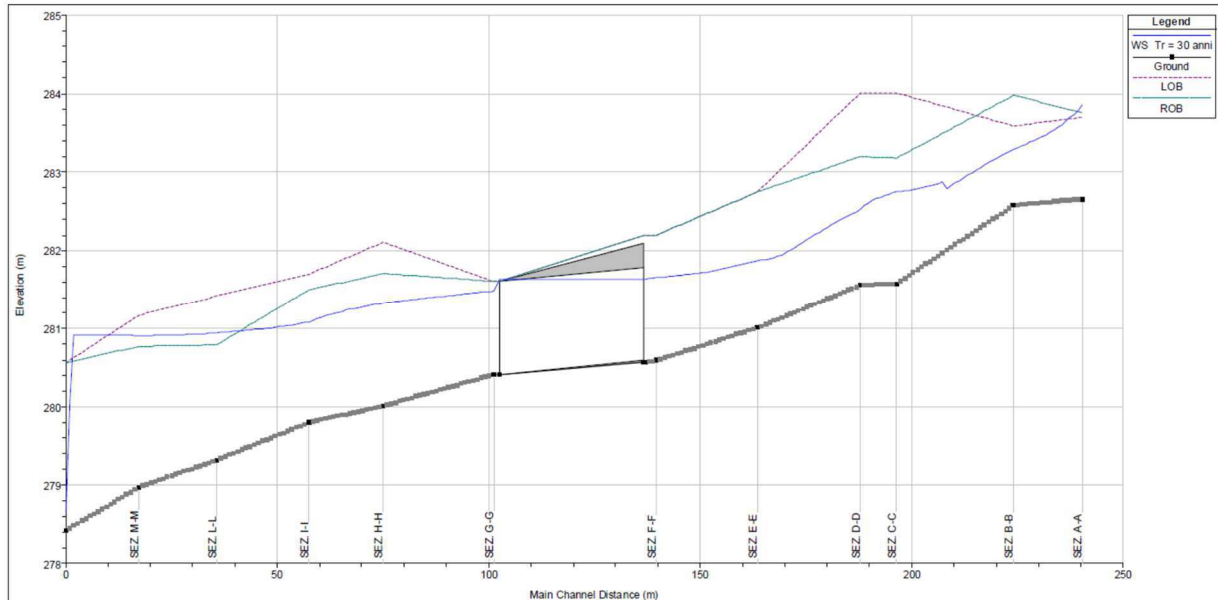


Fig.5.10 – T.Scapla: Profilo di moto permanente per la portata con $Tr = 30$ anni nel caso di ostruzione della griglia dell'80% (da "studio Barbero 2022")

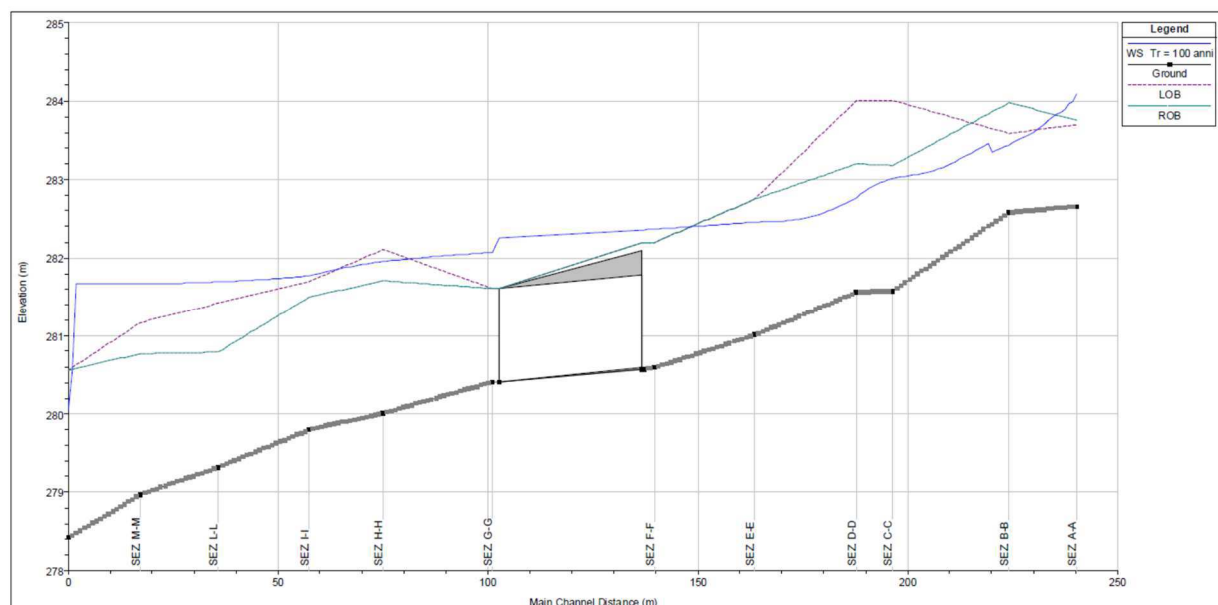


Fig.5.11 – T.Scapla: Profilo di moto permanente per la portata con $Tr = 100$ anni nel caso di ostruzione della griglia dell'80% (da "studio Barbero 2022")

Riguardo ai risultati presentati della modellazione matematica bisogna senz'altro sottolineare che essi concordano sostanzialmente con quanto effettivamente osservato nel corso di diversi eventi temporaleschi intensi. Tale considerazione conferisce evidentemente una ancor maggiore significatività alle soluzioni che lo "Studio Barbero 2022" propone per mitigare le condizioni di rischio e di cui si riporta nel seguito la sintesi degli elementi principali che le caratterizzano.

Al riguardo, nello studio 2022 si analizza dapprima l'effetto di un'eventuale sovralzso dei muri della sponda destra, con il loro adeguamento alla quota della sponda opposta, per tutto il tratto a valle della tombinatura di via Caselle. I risultati delle verifiche mostrano però che con tale soluzione non si riesce a risolvere il problema del sormonto della tombinatura di via Caselle e l'allagamento che ne consegue.

Escludendo l'aumento delle dimensioni della tombinatura esistente, la soluzione può dunque solo indirizzarsi verso la riduzione della portata massima transitante nel tratto in cui si osservano le problematiche emerse. Per le ipotesi di intervento lo "Studio Barbero 2022" si pone allora l'obiettivo di contenere la portata in arrivo all'imbocco della tombinatura, riducendola al valore "soglia" di $3.81 \text{ m}^3/\text{s}$ precedentemente determinato per il tempo di ritorno $T_r=30$ anni e che secondo la modellazione matematica *costituisce la condizione limite per il deflusso nel tratto, dal momento che il suo deflusso risulta l'ambire all'intradosso della tombinatura di via Caselle, con condizioni prossime al suo funzionamento in pressione.*

Per limitare le portate al valore "soglia" di $3.81 \text{ m}^3/\text{s}$ sono individuate due possibili alternative:

1. realizzazione a monte del tratto indagato di un bacino di laminazione in terra, in grado di invasare il volume corrispondente alla differenza tra l'onda di piena e la portata di soglia.
2. realizzazione un canale scolmatore che si attivi quando la portata supera la portata di soglia, da dimensionare considerando la differenza tra il colmo dell'idrogramma centennale e la portata "soglia" ($5.70 - 3.81 = 1.89 \text{ m}^3/\text{s}$).

Nello "Studio Barbero 2022" si calcola in particolare che con l'ipotesi della laminazione si dovrebbe realizzare un bacino di volume utile pari a 3250.8 m^3 . Considerando ad esempio una base quadrata, un'altezza complessiva di 2 m (altezza utile più franco idraulico) ed una pendenza delle sponde di 45° , risulterebbe una superficie in sommità di circa 3000 m^2 .

Per la soluzione "scolmatore" lo Studio 2022 ipotizza invece la realizzazione di un collegamento tra il t. Scapla e il canale di gronda esistente mediante posa di una condotta in materiale plastico (ad esempio PVC o PEAD) del diametro non inferiore a 1200 mm. Come riportato nelle figura seguente, il tracciato della condotta sarebbe previsto quasi per intero in affiancamento, se possibile, della fognatura bianca esistente lungo la via Valeria fino alla via Don Paris dove si avrebbe l'innesto nel canale di gronda esistente.



Fig.5.12 – T.Scapla: ipotesi di tracciato del collegamento (linea azzurra tratteggiata) tra t. Scapla e canale di gronda esistente (da “studio Barbero 2022”)

Già nello “Studio Barbero 2022” si sottolinea che l’effettiva fattibilità della soluzione va ovviamente valutata mediante una specifica fase di approfondimento e progettazione, verificando:

- la compatibilità della posa della condotta sotto la via Valeria con i sottoservizi esistenti e con la rete di fognatura,
- la capacità dell’esistente canale di gronda di ricevere l’apporto dello scolmatore (Per questa verifica è necessario conoscere dimensioni e profilo longitudinale del canale, oltre che una valutazione della portata che attualmente il canale di gronda stesso raccoglie dal versante).

Lo “Studio Barbero 2022” conclude infine che se la capacità di deflusso dell’attuale canale di gronda non risultasse sufficiente si potrà studiare la realizzazione di uno scolmatore interrato che dal T. Scapla raggiunga l’imbocco in via delle Ripe della condotta del diametro 1500 mm in cls il cui recapito è il fiume Serio (vedi figura seguente).

Con questa alternativa, in fase di progettazione sarebbe da verificare:

- anche in questo caso la compatibilità della posa della condotta sotto la via Valeria con i sottoservizi esistenti e con la rete di fognatura;
- la possibilità di affiancare la nuova condotta al canale di gronda esistente;
- la capacità della condotta di diametro 1500 mm di convogliare anche la portata dello scolmatore del t. Scapla.

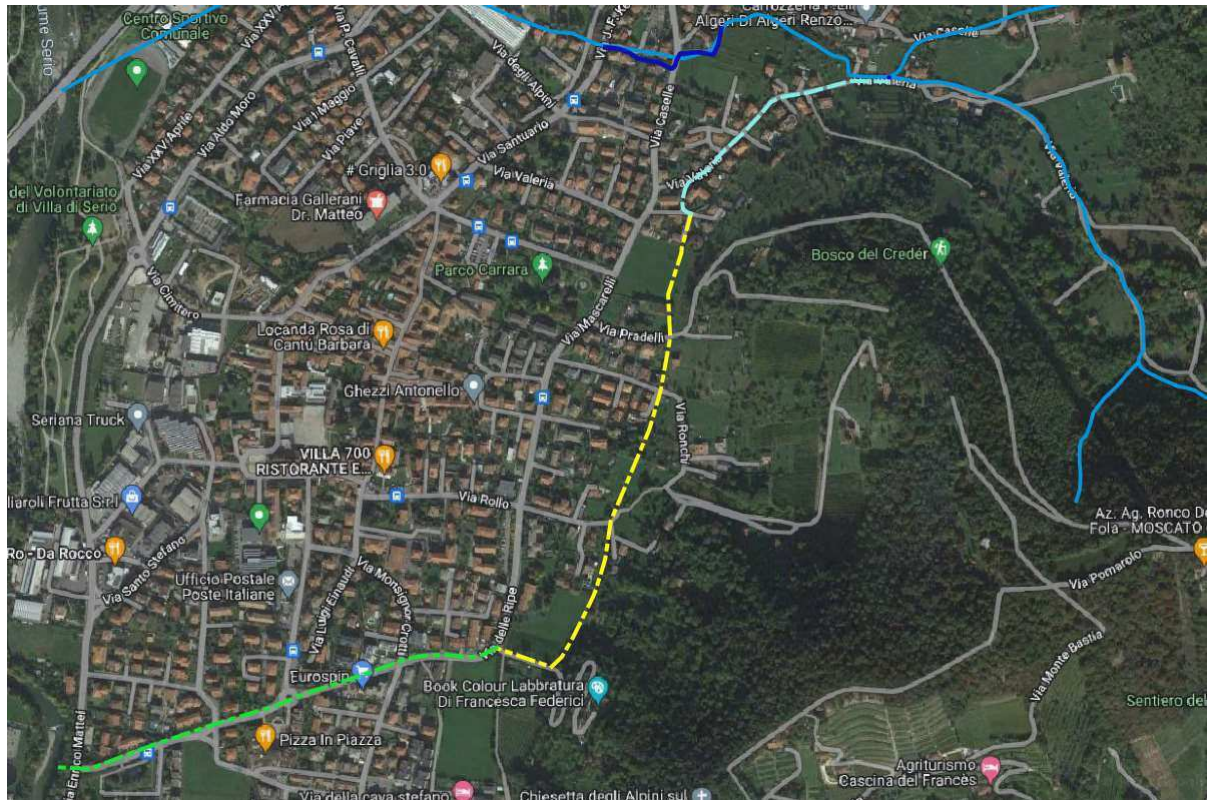


Fig.5.13 – T.Scapla: Ipotesi di tracciato alternativo per lo scolmatore del collegamento - linea azzurra tratteggiata e linea gialla tratteggiata (da “studio Barbero 2022”)

5.3 Criticità lungo il sistema fognario

Riguardo alla rete fognaria del Comune di Villa di Serio, al momento va innanzitutto segnalato che risulta l'esistenza di un recente rilievo dei condotti fognari (2021), ma che almeno per ora non è stato effettuato un vero e proprio studio della rete con l'implementazione di un modello idraulico della rete finalizzato all'individuazione delle criticità sulla base di calcoli idrologico-idraulici.

In una situazione di questo tipo la costruzione di un quadro complessivo delle criticità che riguardano il sistema fognario non può che basarsi sulla raccolta di informazioni relative ad eventi passati e su osservazioni effettuate nel contesto delle attività gestionali. Con tale premessa, una concreta ricostruzione delle criticità che interessano la rete fognaria del territorio comunale è quella che deriva dalle indagini effettuate dai tecnici Uniacque, che hanno condiviso le loro esperienze mettendo a disposizione tutte le informazioni raccolte nell'esercizio della rete, sintetizzandole nell'allegata tavola:

Segnalazione delle criticità della rete fognaria nell'ambito Do.S.R.I. ai sensi del R.R. 7/2017 e s.m.i. -Tav. U del 20.01.2024 - PLANIMETRIA DELLA RETE DI FOGNATURA integrata con le criticità idrauliche discusse nell'incontro del 15/12/2023

dove sono in particolare individuate le seguenti situazioni significative:

codice	posizione	via	<i>criticità segnalate ed individuate nell'incontro con il Comune</i>
C1	nord	via Kennedy	in occasione di eventi metereologici intensi le acque di ruscellamento del versante si riversano sulla sede stradale con conseguente sovraccarico delle reti fognarie e parziale occlusione delle caditoie stradali da limi e ghiaie.
C2	nord	via Caselle	possibile ingresso delle acque del Torrente Scapla in fognatura - studio idraulico del Prof ing Barbero - 2022
C3	nord	via Santuario	ingresso delle acque della Roggia Borgogna alla griglia stradale e da qui alla rete fognaria.
C4	nord	via degli Alpini	sovraccarico idraulico del collettore fognario in occasione di eventi metereologici intensi. I fattori limitanti sono rappresentati dall'eccessiva estensione del bacino idraulico servito e dalla limitata pendenza delle condotte fognarie.
C5	nord	via de Gasperi	sovraccarico idraulico del collettore fognario in occasione di eventi metereologici intensi. I fattori limitanti sono rappresentati dall'eccessiva estensione del bacino idraulico servito e dalla limitata pendenza delle condotte fognarie.
C6	ovest	via Aldo Moro	sovraccarico idraulico della tubazione scolmatrice dovuta all'innesto controflusso della condotta di acque bianche afferente da via Cimitero.
C7	ovest	via Enrico Berlinguer	presenza di sifoni fognari probabilmente realizzati per sottopassare altri sottoservizi a rete.
C8	sud	via Guido Rossa	sovraccarico idraulico del collettore fognario in occasione di eventi metereologici intensi. I fattori limitanti sono rappresentati dall'eccessiva estensione del bacino idraulico servito e dalla limitata pendenza delle condotte fognarie.
C9	est	via Volpi, via Ronchi, via Pradelli, via Valeria	in occasione di eventi metereologici intensi le acque di ruscellamento del versante si riversano sulla sede stradale con conseguente sovraccarico delle reti fognarie e parziale occlusione delle caditoie stradali da limi e ghiaie.

Oltre alle indicazioni schematiche riportate in tabella, a seguito dei colloqui congiunti tra scriventi, tecnici comunali e tecnici Uniacque sulle varie situazioni si può aggiungere qualche breve considerazione esplicativa.

C1: via Kennedy

La situazione di via Kennedy è caratterizzata dai seguenti elementi:

- In fognatura arriva parecchia acqua da ruscellamento dalle aree sovrastante. Il consistente trasporto solido associato produce frequenti intasamenti delle caditorie con conseguente malfunzionamento della raccolta e del convogliamento delle acque meteoriche. E' dunque da ritenersi particolarmente opportuna l'effettuazione costante delle caditorie stesse.
- In area limitrofa è stata recentemente realizzata una nuova lottizzazione che ha evidentemente introdotto nuovi elementi nel funzionamento della rete fognaria: bisognerebbe pertanto procedere ad un aggiornamento delle informazioni disponibili, acquisendo i riscontri di quanto effettivamente realizzato nell'ambito dei lavori.
- Da segnalare che in corrispondenza della laterale di via caselle è presente una griglia alla base del prato, che si osserva essere sempre piena di materiale fine. Ciò suggerisce di intensificare la frequenza delle sua pulizia periodica.

C2-C3: via Caselle, via Santuario

Le problematiche sono in questo caso principalmente legate alla presenza del torrente Scapla per il quale nel § 5.1.2 sono riportate valutazioni ed ipotesi di intervento formulate con lo "studio Barbero 2022".

Ed da ritenersi comunque opportuna una verifica complessiva delle reti fognarie in relazione ai rispettivi bacini drenati, dal momento che già con la verifica parziale della porzione più direttamente prossima allo Scapla lo "studio Barbero 2022" arriva ad indicare che:

- " ... I risultati mostrano la diffusa insufficienza della rete con esondazione dei pozzetti di portate anche superiori a 150 l/s ...
- ... la simulazione ha evidenziato criticità della rete che in alcuni punti non risulta sufficiente idraulicamente per il funzionamento del sistema ...
- ... si riscontrano in alcuni punti problemi legati al funzionamento in pressione dei tronchi e di esondazione dei nodi ...
- L'insufficienza della rete parzializza l'utilità dello sfioratore verso lo Scapla che risulterebbe attivarsi per brevi durate e per limitate portate scaricate (evidentemente perché secondo la simulazione varie esondazioni si verificano già a monte, per il funzionamento in pressione delle reti).

C4: via degli Alpini

Come già indicato in tabella dai riscontri dei tecnici Uniacque le problematiche sono riconducibili alla configurazione del collettore fognario che in occasione di eventi meteorologici intensi si trova a ricevere il contributo di un bacino drenante particolarmente esteso, con portate che eccedono la potenzialità del collettore stesso (per le dimensioni e la pendenze della condotta).

C5: via de Gasperi

Dalle informazioni raccolte le criticità sono associabili alle limitate pendenze delle tubazioni esistenti. In una situazione di questo tipo una possibile soluzione concreta, può ragionevolmente consistere nella posa di una nuova tubazione di "soccorso" da dedicare esclusivamente alle acque meteoriche. La prevista realizzazione di una nuova lottizzazione in area limitrofa, potrebbe poi rappresentare l'occasione per un intervento congiunto, finalizzato alla realizzazione di una nuova

condotta di potenzialità “sovradimensionata” rispetto a quella che sarebbe prevista in base alle superfici della sola lottizzazione,

C6: via Aldo Moro

Le principali problematiche sembrerebbero costituite dal non corretto funzionamento dello sfioratore SF8

- per le eccessive portate in gioco;
- per l'immissione di un terminale acque bianche (D500) posato “contro flusso”.

Una possibile soluzione, ovviamente da approfondire progettualmente, potrebbe consistere nell'eliminazione dell'attuale immissione del D500 e realizzazione di un nuovo tratto alternativo che, passando a monte della rotonda, si immetta direttamente più a valle sulla condotta di via Aldo Moro.

C7: via Enrico Berlinguer

In questo caso le esondazioni si verificano lungo il percorso della rete di scarico dello sfioratore SF4 in corrispondenza di sifoni realizzati all'intersezione con sottoservizi significativi (ad esempio dorsale metano). L'individuazione di possibili miglioramenti potrebbe partire da una ricostruzione di dettaglio della configurazione dei sifoni e dalla successiva di un loro eventuale adeguamento dimensionale, comunque considerando anche l'eventualità di possibili ottimizzazioni dei percorsi dei sottoservizi interessati).

C8: via Guido Rossa

Secondo l'osservazione dei tecnici quali problematiche dipendono dal sovraccarico del collettore fognario CLS 600 nel tratto a monte dello sfioratore SF2, verso il canale di gronda. Come soluzione può ovviamente essere valutato un eventuale intervento di potenziamento del tratto, da studiare però nel contesto complessivo, tenendo conto delle effettive possibilità ricettive del canale di gronda, ma anche valutando il ruolo e l'efficienza degli sfioratori SF3 ed SF4 ubicati sulla rete a monte.

C9: via Volpi, via Ronchi, via Pradelli, via Valeria

Si tratta di una questione annosa che riguarda il contributo del ruscellamento della zona collinare, che in occasione di eventi intensi si riversa sulla sede stradale. La situazione è per la verità notevolmente migliorata dopo la realizzazione del canale di gronda (anni '80), ma non è del tutto risolta anche a causa del frequente intasamento di diverse griglie realizzate nel punto di raccordo tra colline e viabilità.. Al riguardo, oltre ad una periodica manutenzione delle griglie (che risulta peraltro essere già ora ragionevolmente effettuata), si può eventualmente valutare la possibilità di un potenziamento del sistema delle griglie, sia attraverso l'ottimizzazione del loro posizionamento al fine di massimizzare la captazione dei ruscellamenti, sia attraverso la realizzazione di volumi aggiuntivi destinati al contenimento dei depositi.

Riguardo agli interventi da mettere in conto per il miglioramento della funzionalità della rete fognaria tutte le considerazioni riportate in precedenza confermano che è senz'altro da considerare prioritaria al destinazione di adeguate risorse economiche all'attività di approfondimento dei rilievi e di studio della rete, con implementazione di un modello idraulico finalizzato all'individuazione delle criticità sulla base di calcoli idrologico-idraulici. Propedeuticamente a tale attività andrà inoltre verificata la completezza del rilievo del 2021, verificando l'eventuale necessità di approfondimenti ed integrazioni, magari anche ricorrendo all'esecuzione di videoispezioni nei tratti in cui la definizione della rete rimane dubbia.

6. DISCIPLINA DEL PRINCIPIO DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA

Tra i compiti del DOCUMENTO SEMPLIFICATO DEL RISCHIO IDRAULICO rientra quello di configurare le azioni da prevedere a livello comunale al fine di disciplinare l'applicazione dei principi di invarianza idraulica e idrologica così come definiti nel Regolamento Regionale 7/2017, approvato con DGR 7372 del 20.11.2017 e successivamente integrato con l'emanazione del Regolamento Regionale 8/2019 (*Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n.7*) ha successivamente modificato il RR 7/2017.

Al riguardo vanno innanzitutto richiamate le definizioni di “*invarianza idraulica*” ed “*invarianza idrologica*” così come specificate dall'Art.2 del R.R. 7/2017:

- a) *invarianza idraulica*: principio in base al quale le portate massime di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione, di cui all'articolo 58 bis, comma 1, lettera a), della L.R. 12/2005;
- b) *invarianza idrologica*: principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione, di cui all'articolo 58 bis, comma 1, lettera b), della L.R. 12/2005;

Il Regolamento Regionale si occupa in definitiva della gestione delle acque meteoriche non contaminate, al fine di limitare il deflusso verso le reti di fognatura e verso i corsi d'acqua già in condizioni critiche. A tal fine, il regolamento detta una nuova disciplina per le nuove costruzioni, per gli ampliamenti, le demolizioni totali o parziali fino al piano terra con successiva ricostruzione (indipendentemente dal fatto che venga mantenuta o modificata la superficie preesistente edificata), per le ristrutturazioni che comportino un ampliamento della superficie edificata o una modifica della permeabilità della superficie interessata dall'intervento rispetto alle condizioni preesistenti all'urbanizzazione. Il regolamento include oltre agli edifici anche le infrastrutture stradali e autostradali e le loro pertinenze, oltreché i parcheggi. Sono quindi soggetti ai vincoli del regolamento tutti i futuri interventi di riassetto, adeguamento ed allargamento delle infrastrutture presenti sul territorio e, ovviamente, le nuove realizzazioni di strade e parcheggi.

Il regolamento va applicato su tutto il territorio regionale, ma in modo diversificato a seconda della criticità dell'area in cui si ricade. A tale scopo il territorio regionale è stato classificato e suddiviso nelle seguenti 3 categorie in ragione della stima della criticità idraulica cui esso è soggetto:

- “A” elevata criticità idraulica
- “B” media criticità idraulica
- “C” bassa criticità idraulica

Considerando specificamente il caso del Comune di Villa di Serio, dall'allegato C del RR risulta che esso è incluso tra le “aree C, ovvero a “bassa criticità idraulica”, per le quali il Regolamento prevede:

- che per le nuove urbanizzazioni e per le espansioni delle aree urbanizzate esistenti la massima portata meteorica scaricabile nei recettori sia pari a 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile (Art.8, comma 1) ed il volume minimo di invaso delle opere di laminazione sia pari a 400 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile (Art.12, comma 2);

Gli interventi volti a garantire il rispetto del principio di invarianza idraulica ed idrologica dovranno dunque essere progettati attenendosi alle disposizioni contenute nel Regolamento Regionale. Rimandando al testo completo per tutti i dettagli, si illustrano nel seguito gli elementi più significativi per un inquadramento dello spirito del Regolamento e della corretta applicazione delle prescrizioni da esso definite.

6.1 Generalità sui principi dell'invarianza idraulica secondo i R.R. 7/2017 e 8/2019

L'Art. 1 del Regolamento Regionale definisce finalità e ambiti di applicazione dello stesso.

6.1.1 Finalità

Al fine di perseguire l'invarianza idraulica e idrologica delle trasformazioni d'uso del suolo e di conseguire, tramite la separazione e gestione locale delle acque meteoriche a monte dei ricettori, la riduzione quantitativa dei deflussi, il progressivo riequilibrio del regime idrologico e idraulico e la conseguente attenuazione del rischio idraulico, nonché la riduzione dell'impatto inquinante sui corpi idrici ricettori tramite la separazione e la gestione locale delle acque meteoriche non esposte ad emissioni e scarichi inquinanti. Il regolamento definisce, in attuazione dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio), criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica e, in particolare, disciplina l'applicazione dei principi di invarianza idraulica e idrologica agli interventi di cui all'articolo 58 bis, comma 2, della l.r. 12/2005, con le specificità di cui all'articolo 3, nonché i criteri e i metodi per la disciplina, nei regolamenti edilizi, delle modalità per il conseguimento dell'invarianza idraulica e idrologica, ai sensi dell'articolo 58 bis, comma 4, della l.r. 12/2005.

6.1.2 Ambiti di applicazione

Il Regolamento Regionale definisce altresì:

- a) ambiti territoriali di applicazione differenziati in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori, ai sensi dell'articolo 7;
- b) il valore massimo della portata meteorica scaricabile nei ricettori per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica nei diversi ambiti territoriali individuati, ai sensi dell'articolo 8;
- c) modalità di integrazione tra pianificazione urbanistica comunale e previsioni del piano d'ambito di cui all'articolo 48, comma 2, lettera b), della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26 (Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche), nonché tra le disposizioni del presente regolamento e la normativa in materia di scarichi di cui all'articolo 52, comma 1, della stessa l.r. 26/2003, al fine del conseguimento degli obiettivi di invarianza idraulica e idrologica, ai sensi degli articoli 8, comma 5, e 14;

- d) misure differenziate per le aree di nuova edificazione e per quelle già edificate, anche ai fini dell'individuazione delle infrastrutture pubbliche di cui al piano dei servizi, ai sensi degli articoli 3, 9 e 14;
- e) indicazioni tecniche costruttive ed esempi di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano, ai sensi dell'articolo 5 e dell'allegato L;
- f) meccanismi di incentivazione edilizia e urbanistica, attraverso i quali i comuni possono promuovere l'applicazione dei principi della invarianza idraulica o idrologica, nonché del drenaggio urbano sostenibile, ai sensi dell'articolo 15;
- g) la possibilità, per i comuni, di prevedere la monetizzazione come alternativa alla diretta realizzazione per gli interventi di cui all'articolo 3 previsti in ambiti urbani caratterizzati da particolari condizioni urbanistiche o idrogeologiche, in ragione delle quali sia dimostrata l'impossibilità a ottemperare ai principi di invarianza direttamente nelle aree oggetto d'intervento, ai sensi dell'articolo 16.

6.1.3 Ambiti di esclusione

Non sono soggetti ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica gli interventi che comportano la demolizione parziale, esclusa quella fino al piano terra di cui all'articolo 3, comma 2, lettera b), e la ricostruzione o il ripristino o la sostituzione o la modifica o l'inserimento di elementi costitutivi che non comportano una maggiore superficie della proiezione sul suolo del filo esterno dell'edificio.

L'Art. 2 del Regolamento Regionale n. 7 del 23 novembre 2017 fornisce una serie di definizioni fondamentali.

- a) invarianza idraulica: principio in base al quale le portate massime di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione, di cui all'articolo 58 bis, comma 1, lettera a), della l.r. 12/2005;
- b) invarianza idrologica: principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione, di cui all'articolo 58 bis, comma 1, lettera b), della l.r. 12/2005;
- c) drenaggio urbano sostenibile: sistema di gestione delle acque meteoriche urbane, costituito da un insieme di strategie, tecnologie e buone pratiche volte a ridurre i fenomeni di allagamento urbano, a contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici ricettori mediante il controllo «alla sorgente» delle acque meteoriche, e a ridurre il degrado qualitativo delle acque, di cui all'articolo 58 bis, comma 1, lettera c), della l.r. 12/2005;
- d) ABROGATO
- e) acque meteoriche di dilavamento: la parte delle acque di una precipitazione atmosferica che, non assorbita o evaporata, dilava le superfici scolanti;
- f) acque di prima pioggia: quelle corrispondenti, nella prima parte di ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche;
- g) acque di seconda pioggia: la parte delle acque meteoriche di dilavamento eccedente le acque di prima pioggia;
- h) acque pluviali: le acque meteoriche di dilavamento, escluse le acque di prima pioggia scolanti dalle aree esterne elencate all'articolo 3 del regolamento regionale 24 marzo 2006, n. 4 (Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26), che sono soggette alle norme previste nel medesimo regolamento;

- i) superficie scolante totale: la superficie, di qualsiasi tipologia, grado di urbanizzazione e capacità di infiltrazione, inclusa nel bacino afferente al ricettore sottesa dalla sezione presa in considerazione;
- j) superficie scolante impermeabile: superficie risultante dal prodotto tra la superficie scolante totale per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale;
- k) superficie scolante impermeabile dell'intervento: superficie risultante dal prodotto tra la superficie interessata dall'intervento per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale;
- l) portata specifica massima ammissibile allo scarico, espressa in l/s per ettaro: portata (espressa in litri al secondo) massima ammissibile allo scarico nel ricettore per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
- m)ricettore: corpo idrico naturale o artificiale o rete di fognatura, nel quale si immettono le acque meteoriche disciplinate dal presente regolamento;
- n) titolare: soggetto tenuto alla gestione e manutenzione delle opere di invarianza idraulica e idrologica. Nel caso di infrastrutture stradali e autostradali e loro pertinenze e parcheggi, il titolare è il gestore delle stesse. Nel caso di edificazioni, il titolare è il proprietario o, se diverso dal proprietario, l'utilizzatore a qualsiasi titolo dell'edificio, quale l'affittuario o l'usufruttuario.

6.2 Coefficienti di deflusso

Come definito dall' art.11 comma 2/d del R.R. i coefficienti di deflusso da utilizzare per i calcoli dei volumi in ingresso alle opere di laminazione sono i seguenti:

- pari a 1 per tutte le sotto-aree interessate da tetti, coperture, e pavimentazioni continue di strade, vialetti, parcheggi;
- 0,7 per i tetti verdi, i giardini pensili e le aree verdi sovrapposti a solette comunque costituite, per le aree destinate all'infiltrazione delle acque gestite ai sensi del presente regolamento e per le pavimentazioni discontinue drenanti o semipermeabili di strade, vialetti, parcheggi;
- 0,3 per le sotto-aree permeabili di qualsiasi tipo, comprese le aree verdi munite di sistemi di raccolta e collettamento delle acque ed escludendo dal computo le superfici incolte e quelle di uso agricolo.

Come prescritto dalla norma, i coefficienti di deflusso sono adottati per la stima della superficie scolante impermeabile interessata dall'intervento, valutando il coefficiente di deflusso medio ponderale rispetto alle superfici delle tre suddette categorie.

6.3 Precipitazioni di riferimento

Come previsto dal Regolamento Regionale, per la caratterizzazione pluviografica del territorio si possono utilizzare le informazioni fornite da ARPA Lombardia, basate sulle risultanze dei seguenti studi:

- *“Il regime delle precipitazioni intense sul territorio della Lombardia: Modello di Previsione Statistica delle Precipitazioni di Forte Intensità e Breve Durata” – (Arpa Lombardia - Politecnico di Milano, febbraio 2005)*
- *“PROGETTO STRADA - strategie di adattamento dei cambiamenti climatici per la gestione dei rischi naturali nel territorio transfrontaliero”: Il monitoraggio degli eventi estremi come strategia di adattamento ai cambiamenti climatici - le piogge intense e le valanghe in Lombardia” (Arpa Lombardia 2013).*

in cui vengono formulati i criteri e i metodi per la caratterizzazione idrologica del regime pluviale in Lombardia sviluppando la parametrizzazione della Linee Segnatrici di Probabilità Pluviometrica (LSPP) secondo il modello probabilistico GEV (Generalized Extreme Value) scala-invariante.

A partire dai parametri determinati per le singole stazioni analizzate, ARPA ha provveduto a costruire l'atlante regionale delle piogge intense, caratterizzato da una griglia a maglia quadrata (lato 1.5 km) dove per ogni cella sono forniti i parametri della GEV per durate da 1 a 24 ore. (vedi Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia).

Per caratterizzare il territorio Comunale si possono quindi individuare le celle che lo interessano (vedi figura successiva) e ricavare i rispettivi parametri del modello probabilistico GEV:

ARPA precipitazioni da 1 a 24 h	Celle ARPA					
	R99-C81	R99-C82	R99-C83	R98-C81	R98-C82	R98-C83
A1 - coeff. Pluviometrico orario	29.750	29.680	29.420	29.770	29.690	29.620
N - coeff. di scala	0.3011	0.2999	0.3032	0.2995	0.2995	0.2980
GEV – parametro “α”	0.3023	0.3018	0.3030	0.3009	0.3012	0.3017
GEV – parametro “k”	-0.0086	-0.0071	-0.0062	-0.0109	-0.0069	-0.0063
GEV – parametro “ε”	0.8225	0.8233	0.8230	0.8227	0.8239	0.8238

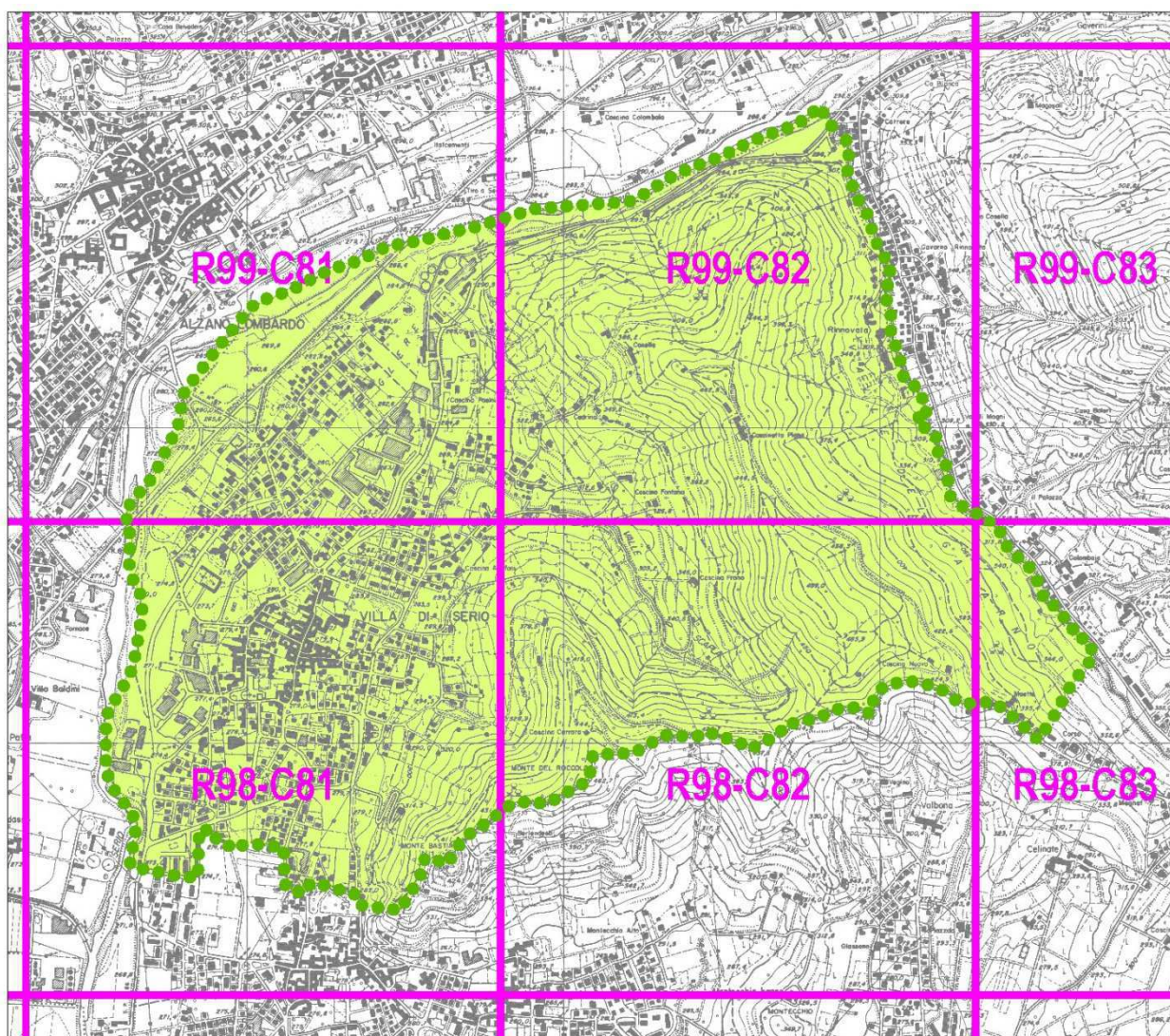
Considerando le espressioni analitiche:

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n \quad w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

si possono poi determinare le LSPP per vari tempi di ritorno di ciascuna cella (vedi pagina seguente), espresse nella più usuale forma:

$$h = a_T \cdot d^n$$

dove: h = altezza di pioggia (mm) e d = durata dell'evento piovoso (ore)



Cella	Tr=5 anni	Tr=20 anni	Tr=50 anni	Tr=100 anni	Tr=200 anni
R99-C81	38.046 t 0.3011	51.526 t 0.3011	60.157 t 0.3011	66.670 t 0.3011	73.198 t 0.3011
R99-C82	37.943 t 0.2999	51.323 t 0.2999	59.876 t 0.2999	66.321 t 0.2999	72.775 t 0.2999
R99-C83	37.646 t 0.3032	50.935 t 0.3032	59.420 t 0.3032	65.810 t 0.3032	72.204 t 0.3032
R98-C81	38.038 t 0.2995	51.534 t 0.2995	60.198 t 0.2995	66.750 t 0.2995	73.326 t 0.2995
R98-C82	37.945 t 0.2995	51.297 t 0.2995	59.829 t 0.2995	66.259 t 0.2995	72.696 t 0.2995
R98-C83	37.868 t 0.2980	51.194 t 0.2980	59.702 t 0.2980	66.111 t 0.2980	72.525 t 0.2980

Fig.6.1: Celle dell'atlante regionale delle piogge intense di interesse per il territorio Comunale di Villa di Serio e corrispondenti LSPP per vari tempi di ritorno

6.4 Considerazioni sull'idoneità all'infiltrazione dei terreni del Comune di Villa di Serio

Al fine di fornire delle utili indicazioni per l'eventuale ricorso all'infiltrazione come tecnica per il rispetto dei principi dell'Invarianza idrologica ed idraulica, si riportano nel seguito alcune considerazioni sui suoli del territorio Comunale di Villa di Serio, sulla permeabilità associabile alle varie porzioni del territorio stesso ed in definitiva sulla conseguente propensione allo smaltimento delle acque meteoriche nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo.

Va comunque subito precisato che le informazioni fornite sono da considerarsi solamente orientative e che la progettazione di eventuali interventi per l'infiltrazione delle acque meteoriche dovrà comunque basarsi su specifiche verifiche e prove in sito atte a verificare l'effettiva situazione in corrispondenza di ciascuna opera disperdente progettata, anche per tener conto delle possibili disomogeneità locali, granulometriche e tessiturali, di suoli e terreni in senso sia orizzontale che verticale.

Nella progettazione si dovrà inoltre tener conto della delimitazione delle aree allagabili così come presentata in precedenza, per considerare che in corrispondenza di tali aree si possono verificare condizioni specifiche, seppur per una breve durata, che possono inficiare la capacità di smaltimento delle opere progettate.

6.4.1 I suoli: permeabilità superficiale

Il suolo è la risultante dell'azione combinata di processi chimici, fisici e biologici che hanno rielaborato il substrato (lapideo o sciolto) e contiene, oltre agli elementi minerali, anche una componente vivente (animale e vegetale). Le proprietà di un suolo derivano dall'effetto integrato di "parent material", forma del rilievo, clima, tempo ed azione dell'uomo.

La componente ambientale del suolo è stata analizzata nell'ambito degli studi effettuati dall'ERSAL Ente regionale sviluppo agricolo della Lombardia (oggi ERSAF) nell'ambito del progetto "Carta pedologica regionale", redatto in scala 1:50.000. L'indagine pedologica è stata realizzata mediante rilievi di campagna con descrizione dei profili dei suoli e analisi di campioni prelevati per ogni orizzonte.

Sul territorio di Villa di Serio, sono state distinte le seguenti unità:

- **BAC1**: occupa la piana alluvionale del Serio che scorre in corrispondenza del settore più occidentale del territorio comunale con dinamica prevalentemente deposizionale costituita da sedimenti recenti od attuali. La piana è compresa tra i terrazzi antichi e le fasce maggiormente inondabili limitrofe ai corsi d'acqua da cui sono separate da gradini morfologici. Appartengono ai tratti medio-alti dei fiumi con suoli sviluppatasi su depositi alluvionali prevalentemente sabbioso-limosi a matrice sabbiosa. Sono superfici a morfologia leggermente ondulata con notevole pietrosità superficiale.

I suoli BAC1 sono poco profondi o sottili limitati da orizzonti scheletrici calcarei, a tessitura grossolana con scheletro abbondante, subcalcini, saturi, molto calcarei, con CSC bassa, AWC bassa, drenaggio rapido e permeabilità moderatamente elevata.

L'uso del suolo prevalente è a incolti produttivi, seminativi, con zone a vegetazione spontanea igrofila.

- **VTT2:** Il pedopaesaggio è quello delle valli alluvionali corrispondenti ai piani di divagazione dei corsi d'acqua attivi o fossili del reticolato idrografico olocenico su terrazzi fluviali stabili delimitati da scarpate erosive evidenti, a morfologia pianeggiante o a pendenza media pari a 0,4%, con suoli sviluppatisi su substrati limoso-sabbiosi con ghiaia, calcarei. A Villa di Serio questi suoli sono presenti in corrispondenza dei terrazzi alluvionali del Serio.

L'uso del suolo prevalente è costituito da seminativi.

I suoli VTT1 sono molto profondi, con substrato ghiaioso-sabbioso, tessitura media con scheletro comune in superficie e frequente o abbondante in profondità, scarsamente calcarei, alcalini, saturi, CSC media, AWC moderata, con drenaggio buono e permeabilità moderata.

- **NEG1:** Il pedopaesaggio di riferimento è quello dell'alta pianura ghiaiosa, su superfici pianeggianti del livello fondamentale della pianura (quota media circa 280 m. s.l.m e pendenza media del 2%), su consistenti apporti colluviali o alluvionali, con substrati ghiaiosi. Tali suoli, che in generale si riscontrano alla base dei rilievi o dove gli scaricatori fluvioglaciali entrarono in fase di stanca su superfici a morfologia subpianeggiante e privi di pietrosità, nel caso di Villa di Serio occupano la porzione più orientale della piana alluvionale fluviale, al limite con l'ambito collinare. Il substrato è costituito da limi non calcarei e l'utilizzazione prevalente è il prato ed il seminativo avvicendato.

I suoli NEG1 sono molto profondi, generalmente privi di scheletro, a tessitura media, neutri, saturazione media, CSC medio-bassa, AWC molto alta, con drenaggio mediocre e permeabilità moderatamente bassa.

- **RGZ1 e RCO1:** Il pedopaesaggio è quello dei rilievi montuosi delle Alpi e Prealpi lombarde caratterizzati da substrato roccioso e affioramenti litoidi su versanti con pendenze da elevate ad estremamente elevate, con soprassuolo a bosco di latifoglie mesofile con suoli sviluppatisi su substrato costituito da flysch, argille e marne con livelli e lenti arenacee calcaree, e inoltre da calcari marnosi (Sass della Luna) e in minor misura da calcari selciferi. L'uso del suolo prevalente è costituito da boschi cedui di latifoglie caducifoglie. Per il caso in esame questi suoli si osservano nel settore di collegamento tra la piana alluvionale e le quote più elevate della collina.

I suoli RGZ1 sono suoli sottili, limitati da contatto litico, a tessitura da media a moderatamente fine, con scheletro da assente a scarso, reazione subacida, TSB alto, CSC alta, AWC bassa, con drenaggio buono e permeabilità bassa; i suoli RCO1 sono profondi, con scheletro comune, a tessitura fine, con reazione alcalina, saturazione alta, scarsamente calcarei, AWC moderata, con drenaggio mediocre e permeabilità bassa

- **RCH1 e GVN1:** Il pedopaesaggio è quello dei rilievi montuosi delle Alpi e Prealpi lombarde caratterizzati da substrato roccioso e affioramenti litoidi con versanti con pendenze da elevate ad estremamente elevate (in media del 42%), con soprassuolo a bosco di latifoglie termofile e con suoli sviluppatisi su substrati costituiti da flysch dolomie e calcari, conglomerati arenacei e subordinatamente marnosi. L'uso del suolo prevalente è costituito da boschi cedui e pascoli. Nel caso di Villa di Serio tali suoli si ritrovano in corrispondenza della porzione più acclive del settore collinare.

I suoli RCH1 sono moderatamente profondi per scheletro molto abbondante, con scheletro comune in superficie e molto abbondante in profondità, con tessitura media, reazione da subacida a neutra, saturazione alta, AWC alta; sono non calcarei e presentano drenaggio buono e permeabilità moderata.

I suoli SGV1 sono profondi, con scheletro assente o scarso, tessitura da media a moderatamente fine in superficie e fine in profondità, reazione subacida in superficie e neutra in profondità, saturazione alta, AWC alta; sono non calcarei, con drenaggio buono e permeabilità moderatamente bassa.

Sulla base delle descrizioni contenute nel “Sistema Informativo Pedologico” della Regione Lombardia e nelle “Basi informative dei suoli” dell’ERSAF, nella tabella seguente si riportano le attitudini dei suoli in relazione alla capacità protettiva delle acque superficiali e sotterranee e rispetto al loro valore naturalistico.

Unità Cartografica	CAPACITA' PROTETTIVA RISPETTO ALLE ACQUE SOTTERRANEE	CAPACITA' PROTETTIVA RISPETTO ALLE ACQUE SUPERFICIALI	VALORE NATURALISTICO DEI SUOLI
BAC1	Bassa	Moderata	Basso
VTT2	Moderata	Elevata	Basso
NEG1	Elevata	Moderata	Basso
RGZ1 e RCO1	Elevata	Bassa	Basso
RCH1 e GVN1	Moderata	Bassa	Basso





In definitiva i suoli del territorio comunale sono stati suddivisi nelle seguenti classi di permeabilità superficiale:

- bassa ($< 10^{-6}$ m/s – suoli RGZ1 e RCO1);
- moderata ($10^{-5} \div 10^{-6}$ m/s – suoli NEG1 e BAC1);
- elevata ($> 10^{-4}$ m/s – suoli VTT2).

6.4.2 Permeabilità sub-superficiale

Per quanto riguarda la permeabilità sub superficiale dei terreni e delle rocce immediatamente sottostanti il livello di suolo, si è fatto riferimento alle indicazioni contenute nella carta idrogeologica del PGT comunale.

Come già indicato nel precedente § 2.3, la permeabilità è stata distinta tra terreni e rocce, indicando per i terreni 3 diverse classi, mentre per le rocce 2, come illustrato nella figura a lato.

CLASSI DI PERMEABILITA'		
DEPOSITI SUPERFICIALI		
Unità	Classe	Valore di permeabilità (k=m/s)
	elevata	$k > 10^{-3}$
	media	$k < 10^{-3} < k < 10^{-6}$
	bassa	$k < 10^{-6}$
SUBSTRATO ROCCIOSO		
Unità	Classe	Valore di permeabilità (k=m/s)
	medio-bassa	$k < 10^{-4} < k < 10^{-6}$
	bassa	$k < 10^{-6}$

6.4.3 Propensione allo smaltimento delle acque meteoriche nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo

Con riferimento a quanto riportato in precedenza, pur nella variabilità delle caratteristiche di permeabilità dei suoli superficiali e dei primi strati del sottosuolo, si può in definitiva concludere che gli unici terreni del territorio di Villa di Serio idonei all'infiltrazione delle acque attraverso sistemi appositamente realizzati, sono sicuramente quelli presenti in corrispondenza dei depositi alluvionali attuali e recenti del Serio per i quali è stata stimata una permeabilità alta, stimabile in $K > 10^{-3}$ m/s.

Allontanandosi dal F. Serio in direzione della collina, sono poi presenti i depositi alluvionali più antichi del Serio e le conoidi presenti allo sbocco delle valli Scapla e Cedrina. Si tratta in genere di materiali ghiaioso-sabbiosi in cui però possono essere presenti anche intercalazioni di livelli più fini di natura limosa ed argillosa; per questo motivo a tali depositi è stata associata una permeabilità media, pari a $10^{-3} < K < 10^{-6}$ m/s

Risulta invece sicuramente non idoneo allo smaltimento delle acque meteoriche, l'intero settore collinare, caratterizzato dall'affioramento del substrato roccioso di natura calcareo marnosa ed argillitica.




Nello spirito di quanto disposto dal RR 7/2017 e s.m.i., dove si stabilisce che nell'ambito del DSRI siano individuate le porzioni del territorio comunale non adatte o poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo (rif. Art. 14, comma 8.a.3-bis), è stata predisposta l'allegata *Tav.DSRI-3: Carta della propensione all'infiltrazione del territorio Comunale di Villa di Serio*.

Per la classificazione riportata su tale tavola si è fatto riferimento ai contenuti della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT attraverso la valutazione degli aspetti elencati nel seguito, effettuata anche in relazione all'attuale assetto dell'urbanizzato e sua possibile evoluzione:

- Presenza di aree caratterizzate da falda subaffiorante: in ambito comunale la componente geologica non ha individuato aree urbanizzate o potenzialmente urbanizzabili in cui vi sia la presenza di falda regionale con bassa soggiacenza.
- Presenza di aree con terreni a bassa permeabilità: in ambito comunale le aree aventi bassa permeabilità corrispondono al settore collinare caratterizzato dall'affioramento diffuso del substrato roccioso ed a quello pedecollinare dove sono presenti depositi di natura limoso-argillosa. In queste aree è da escludere la possibilità di una efficiente ed efficace infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo.
- presenza di zone instabili o potenzialmente instabili: nell'ambito della componente geologica non sono state identificate significative aree in dissesto.
- zone suscettibili alla formazione, all'ampliamento o al collasso di cavità sotterranee, quali gli occhi pollini. Nel territorio comunale non è segnalata la presenza di possibili occhi pollini o cavità sotterranee.
- aree caratterizzate da alta vulnerabilità della falda acquifera: la falda si attesta ad una profondità compresa tra i 10 e 20 metri dal piano campagna.

- aree con terreni contaminati: in ambito comunale non sono segnalate aree in cui sono in corso interventi di bonifica per via della compromissione della qualità dei suoli.
- aree allagabili (si veda il precedente capitolo 5), in corrispondenza delle quali condizioni specifiche, seppur per una breve durata, possono inficiare la capacità di smaltimento delle opere progettate.

Specificando che qualunque intervento correlato all'invarianza idraulica e idrologica mediante infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo dovrà comunque essere valutato anche rispetto alle locali caratteristiche geologiche e idrogeologiche (compresa la permeabilità dei terreni interessati), nonché riguardo agli effetti sulla stabilità locale e alla vicinanza di strutture/edifici che possono essere danneggiati dagli effetti dell'infiltrazione, nell'allegata *Tav.DSRI-3* si sono individuati i seguenti ambiti omogenei:

-  Propensione bassa: aree con depositi eluviali e colluviali e substrato lapideo sostanzialmente affiorante. Possibilità di dispersione sostanzialmente assente per la bassa permeabilità del suolo / strati superficiali del sottosuolo
-  Propensione moderata: aree con depositi alluvionali antichi e di conoide costituiti generalmente da materiali ghiaioso-sabbiosi, localmente con presenza anche intercalazione di livelli più fini di natura limosa ed argillosa. Possibilità di dispersione moderatamente buona, comunque variabile a scala locale
-  Propensione da buona a ottima: aree con depositi alluvionali recenti costituiti da ghiaie grossolane in matrice sabbiosa anche con spessore significativo. Possibilità di dispersione da buona a ottima e scarsamente variabile a scala locale

7. MISURE STRUTTURALI E NON STRUTTURALI

7.1 Misure strutturali

7.1.1. Misure riguardanti il reticolo principale (torrente Gavarnia)

Già nel § 5.1.1.2, dove si sono illustrate le criticità idrauliche per il corso del torrente Gavarnia, si è citato lo studio con il quale si sono recentemente valutate le problematiche del corso d'acqua sia attraverso analisi storiche, sia mediante modellazioni matematiche:

- *Studio di Fattibilità finalizzato alla valutazione tecnico-economica degli interventi di manutenzione straordinaria del torrente Gavarnia nei comuni di Nembro, Scanzorosciate e Villa di Serio* (Fenaroli-Pecchio, novembre 2022)

In tale studio dopo aver determinata la classificazione della pericolosità si è proceduto alla definizione di un piano di possibili interventi di mitigazione suddividendoli sui seguenti 5 tratti:

1. tratto 1 SCANZOROSCIATE: da ponte via Misma - ponte SP65 - Confine comunale
2. tratto 2 VILLA DI SERIO-NEMBRO: da confine Scanzorosciate a tombinatura "COVERLAC"
3. tratto 3 VILLA DI SERIO-NEMBRO: da tombinatura "COVERLAC" a "OFFICINE DELLA GAVARNIA"
4. tratto 4 VILLA DI SERIO-NEMBRO: da "OFFICINE DELLA GAVARNIA" a ponte via Cattaneo (oratorio)
5. tratto 5 VILLA DI SERIO-NEMBRO: da ponte via Cattaneo (oratorio) a fiume Serio

Rimandando per il quadro completo allo specifico elaborato dello "Studio Gavarnia 2022"(ELABORATO G: PLANIMETRIA INTERVENTI), si riportano nel seguito le valutazioni riguardanti i tratti che interessano effettivamente il territorio comunale di Villa di Serio, riprendendole integralmente dallo studio originale.

7.1.1.1 da confine Scanzorosciate a tombinatura "COVERLAC"

Per mitigare i fenomeni di trasporto solido che hanno causato problemi di sovralluvionamento in occasione delle ultime piene, circa 30 metri a monte del ponte della ditta Coverlac (GV-8), come illustrato nella successiva Fig.7.1/a si propone la realizzazione di:

- una briglia/soglia in cls e massi ciclopici dotata di pettine per la trattenuta del materiale litoide e flottante e destinata al parziale deposito del trasporto solido; per le sponde a monte della briglia è previsto il consolidamento mediante realizzazione di scogliera in massi ciclopici.
- riprofilatura dell'area pianeggiante presente in sponda destra tra l'alveo e la SP65 con sbancamento finalizzato a creare un "volume polmone" da destinare al deposito di materiale litoide e flottante durante gli eventi di piena; per proteggere la strada che risulterebbe a questo punto confinante con l'area sbancata, si prevede la realizzazione di un consolidamento della scarpata con scogliera in massi ciclopici.

Nel medesimo tratto sono previsti anche interventi di tipo "manutentivo-forestale" con pulizia dell'alveo da vegetazione diffusa e da sovralluvionamento per una lunghezza di circa 130 metri ed il taglio di piante a medio-alto fusto che attualmente ingombrano l'alveo.

7.1.1.2 da tombinatura "COVERLAC" a "OFFICINE DELLA GAVARNIA"

Nella porzione pianeggiante presente circa 20 metri a monte della ditta "officine della Gavarnia", si propone la realizzazione di un intervento analogo a quello illustrato in precedenza, destinato a limitare l'apporto di materiale (sia litoide che legato alla vegetazione, come tronchi e ramaglie), proveniente da monte.

Come illustrato nella successiva Fig.7.1/b è in particolare prevista:

- la realizzazione di una briglia/soglia in cls e massi ciclopici dotata di pettine per la trattenuta del materiale litoide e flottante e destinata al parziale deposito del trasporto solido; per le sponde a monte della briglia si prevede il consolidamento almeno parziale mediante scogliera in massi ciclopici.
- il recupero di un volume destinato al deposito del materiale trasportato dalla piena, ottenuto mediante sbancamento dell'area pianeggiante presente tra l'alveo e la sede stradale, con protezione delle scarpate mediante scogliera in grossi massi.

Nel medesimo tratto sono previsti anche interventi di tipo "manutentivo-forestale", attraverso:

- la pulizia dell'alveo da vegetazione diffusa e da sovralluvionamento nel tratto a cavallo del ponte della galleria di emergenza ANAS (manufatto GV-10) e nella porzione d'alveo a monte del manufatto GV-11 per una lunghezza complessiva di circa 110 m;
- il taglio di 2 ceppaie in alveo, la cui presenza è stata riscontrata a ridosso dei manufatti di attraversamento sopra menzionati.

7.1.1.3 da "OFFICINE DELLA GAVARNIA" a ponte via Cattaneo (oratorio)

Come illustrato nella successiva Fig.7.1/b, in questo settore gli interventi "strutturali" prevedono:

- la sottomurazione, di un tratto del muro in cls presente in sponda destra a valle del ponte del cimitero (GV-14); la lunghezza è stata indicativamente stimata in 50-60 m, ma potrà essere valutata con maggior dettaglio solo dopo l'asportazione dell'abbondante materiale presente attualmente in alveo, soprattutto in sponda destra;
- la sistemazione dell'erosione presente su entrambe le sponde a valle del ponte di via Cattaneo, attraverso la realizzazione di scogliere in massi ciclopici.

I lavori previsti per il tratto si completano poi con la pulizia da vegetazione diffusa e da sovralluvionamento in alveo nel tratto compreso tra il ponte del cimitero (GV-14) e quello di via Cattaneo (GV-15).

È importante sottolineare che gli interventi su questo tratto sono poi stati oggetto di una successiva fase di progettazione esecutiva e che la realizzazione degli stessi è ormai imminente, dal momento che i lavori sono stati già appaltati nell'ambito di un finanziamento gestito da ERSAF e Regione Lombardia.

7.1.1.4 da ponte via Cattaneo (oratorio) a fiume Serio

In tale tratto lo "Studio Gavarnia 2022" prevede la rimozione del sovralluvionamento in alveo a monte di Piazza Rinnovata nel tratto compreso tra i manufatti GV-16 e GV-18.

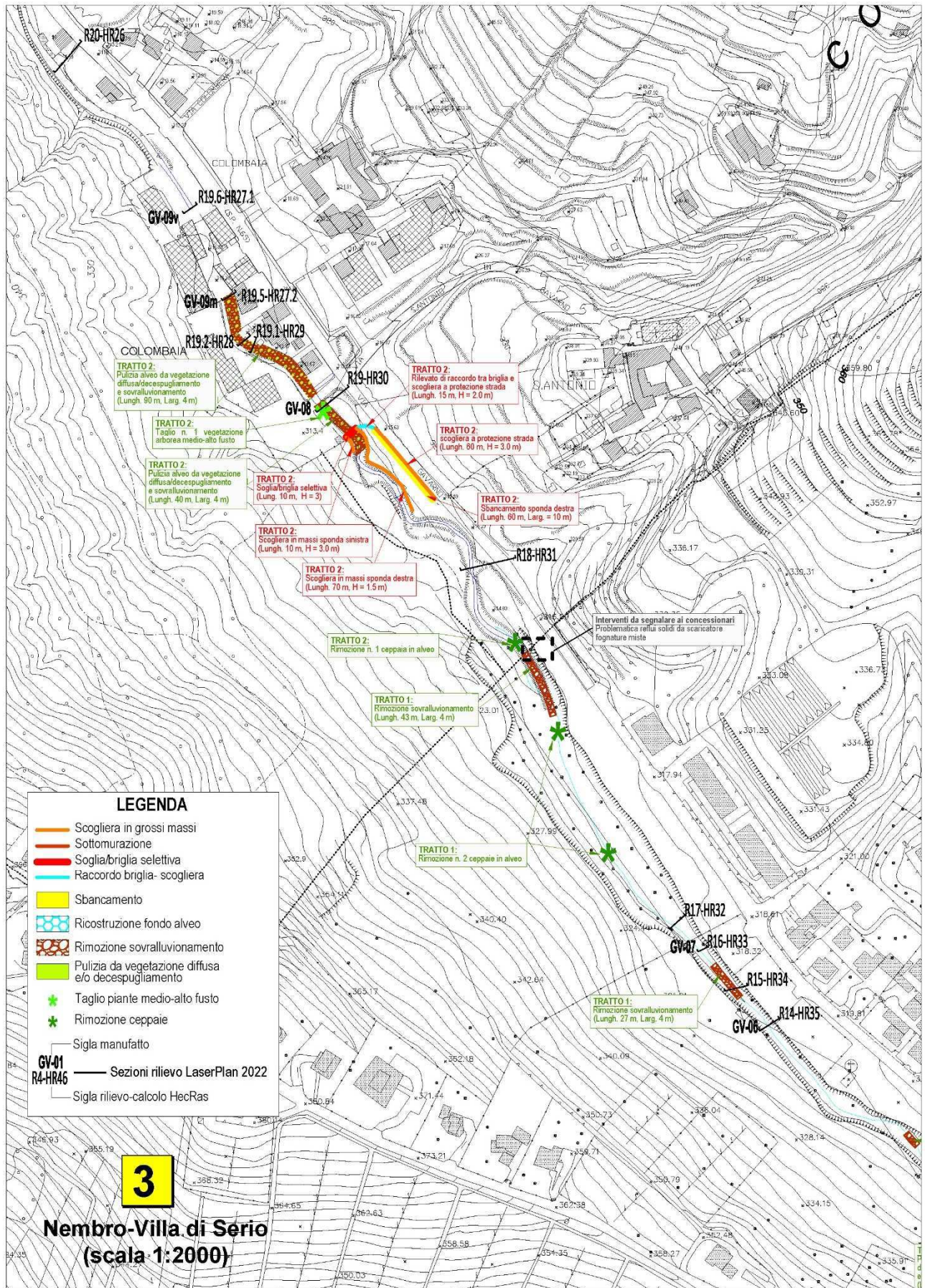


Fig.7.1/a: T. Gavarnia: Interventi di mitigazione della pericolosità Idraulica nel tratto da confine Scanzorosciate a località Colombaia (da "Studio Gavarnia 2022" ELABORATO G: PLANIMETRIA INTERVENTI - FOGLIO 3)

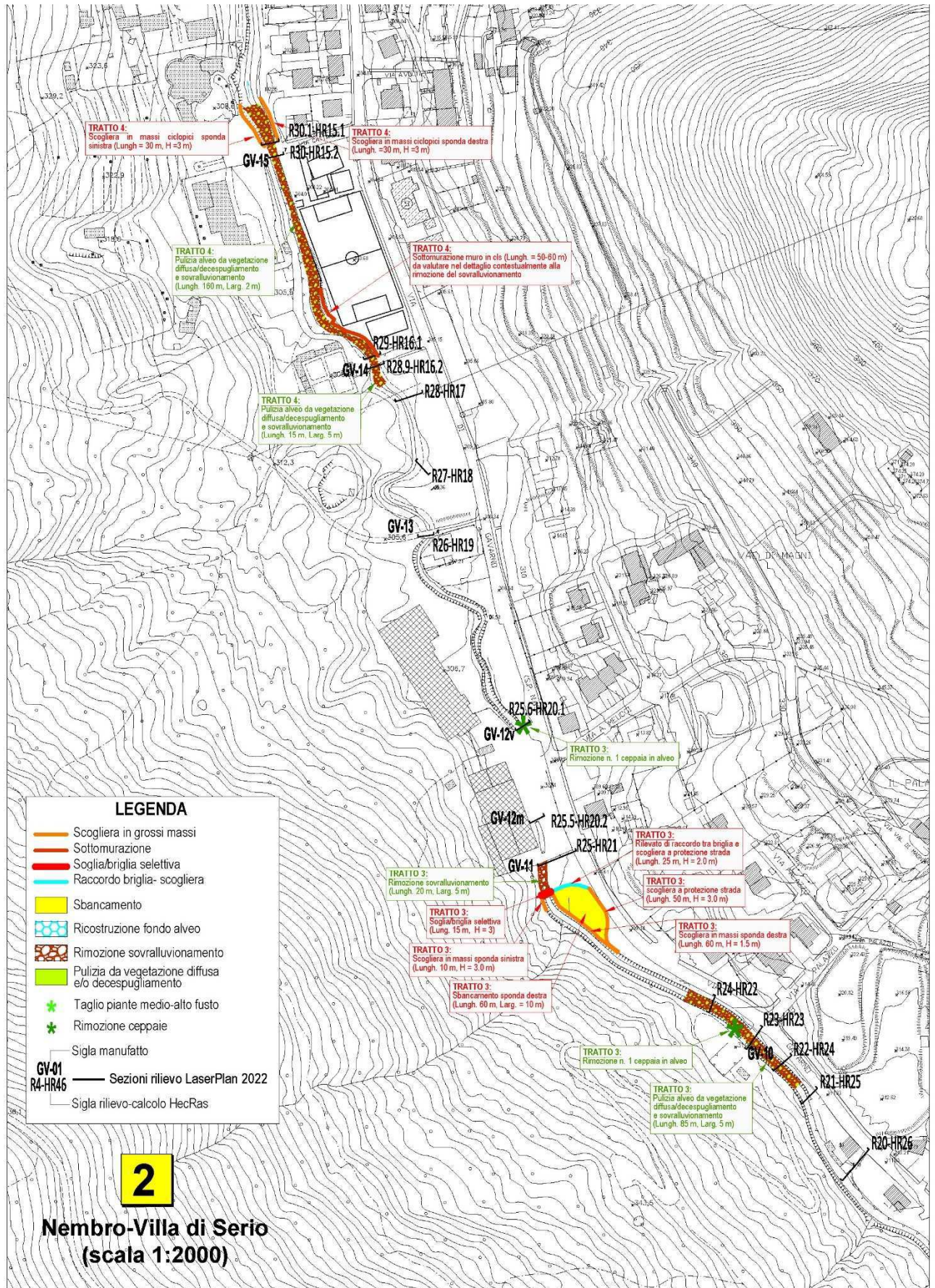


Fig.7.1/b): T. Gavarnia: Interventi di mitigazione della pericolosità Idraulica nel tratto da località Colombaia a ponte via Cattaneo (da "Studio Gavarnia 2022" ELABORATO G: PLANIMETRIA INTERVENTI – FOGLIO 2)

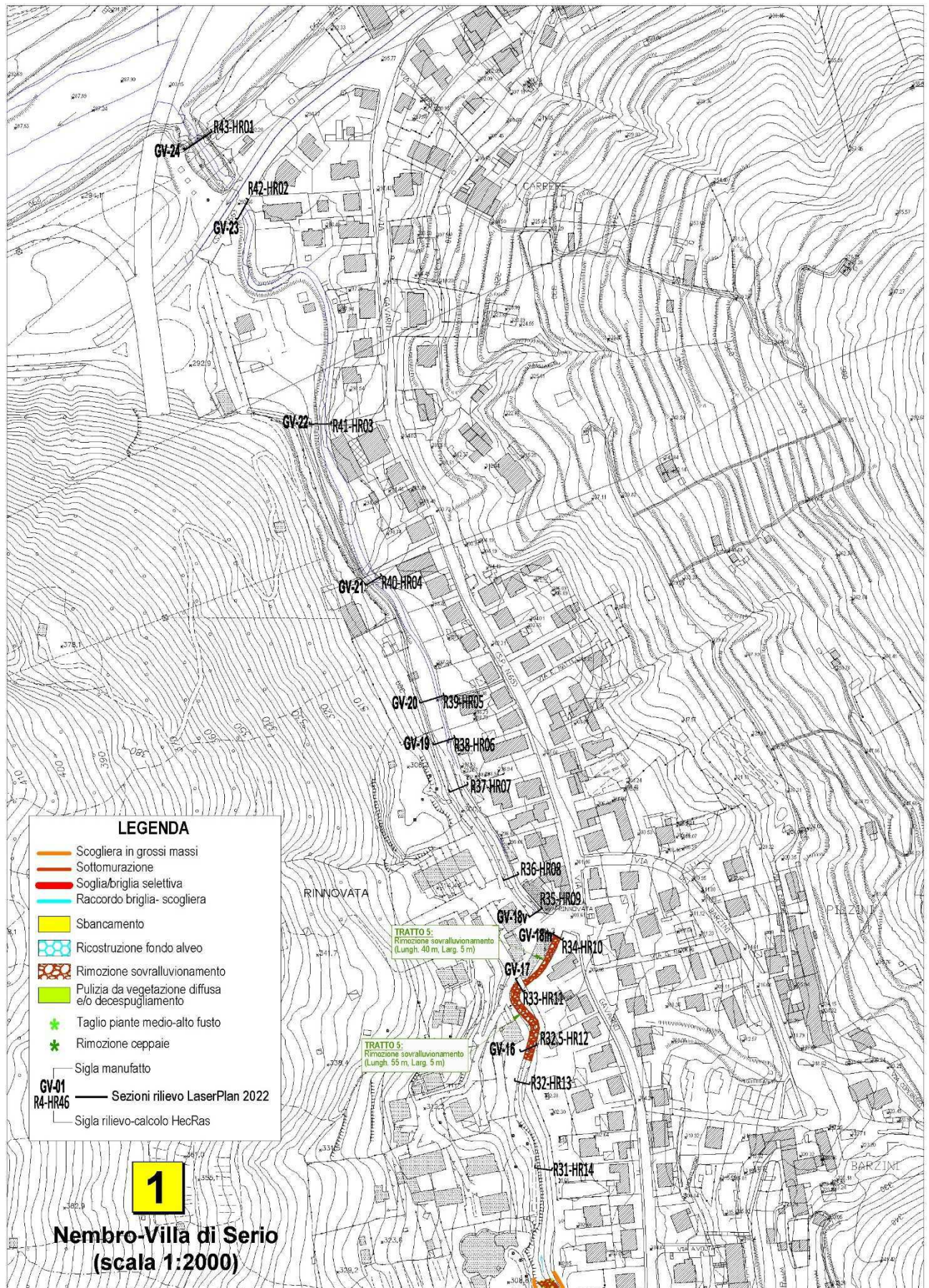


Fig.7.1/c: T. Gavarnia: Interventi di mitigazione della pericolosità Idraulica nel tratto da da ponte via Cattaneo a confluenza in Serio (da “Studio Gavarnia 2022” ELABORATO G: PLANIMETRIA INTERVENTI – FOGLIO 1)

7.1.2. Misure riguardanti il reticolo minore (torrente Scapla)

Come già illustrato nel precedente § 5.1.2, le possibili misure per il miglioramento delle criticità idrauliche riguardanti il tratto terminale del T.Scapla, dove si verificano allagamenti periodici delle aree urbanizzate limitrofe all'alveo del torrente appena prima della sua immissione nella roggia Borgogna, sono già state delineate nel recente studio commissionato al prof. Barbero dell'Università di Pavia dal Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca:

- Studio idrologico-idraulico relativo alla Roggia Borgogna, al torrente Scapla e alla rete fognaria in comune di Villa di Serio (BG): verifica idraulica delle condizioni di allagamento del tratto terminale del torrente Scapla e della funzionalità idraulica della rete fognaria (Barbero, settembre 2022).

Rimandando al § 5.1.2 per i risultati delle analisi idrologico-idrauliche che hanno condotto alla scelta degli interventi, nel seguito si richiamano gli elementi fondamentali che caratterizzano gli interventi stessi. Al riguardo va innanzitutto segnalato che secondo lo “*Studio Barbero 2022*” la miglior strategia ipotizzabile consiste nel perseguire la riduzione della portata massima transitante nel tratto in cui si osservano le problematiche, contenendo la portata in arrivo all'imbocco della tombinatura al valore “soglia” di $3.81 \text{ m}^3/\text{s}$, corrispondente al tempo di ritorno $T_r=30$ anni e che secondo la modellazione matematica *costituisce la condizione limite per il deflusso nel tratto, dal momento che il suo deflusso risulta l'ambire all'intradosso della tombinatura di via Caselle, con condizioni prossime al suo funzionamento in pressione.*

Per ottenere tale risultato sono individuate due possibili alternative:

1. realizzazione a monte del tratto indagato di un bacino di laminazione in terra, in grado di invasare il volume corrispondente alla differenza tra l'onda di piena e la portata di soglia e che secondo i calcoli dovrebbe avere un volume utile pari a 3250.8 m^3 .
2. realizzazione un canale scolmatore che si attivi quando la portata supera la portata di soglia, da dimensionare considerando la differenza tra colmo dell'idrogramma centennale e portata “soglia” ($5.70 - 3.81 = 1.89 \text{ m}^3/\text{s}$). Tale scolmatore potrebbe essere realizzato
 - o mediante posa di una tubazione del diametro non inferiore a 1200 mm tra T Scapla e canale di gronda esistente (vedi tracciato in fig. 5.12), previa verifica della capacità dell'esistente canale di gronda di ricevere l'apporto dello scolmatore
 - o mediante realizzazione di uno scolmatore interrato che dal t. Scapla raggiunga l'imbocco in via delle Ripe della condotta del diametro 1500 mm in cls il cui recapito è il fiume Serio (vedi tracciato in fig. 5.13), qualora la capacità di deflusso dell'attuale canale di gronda non risultasse sufficiente.

L'effettiva consistenza degli interventi andrà ovviamente definita attraverso una specifica attività di progettazione.

7.2 Misure non strutturali

Tra le misure non strutturali va innanzitutto considerata la sistematica applicazione del Regolamento Regionale sull'Invarianza Idrologica ed Idraulica, ampiamente trattato nel capitolo precedente, che avrà evidentemente un ruolo strategico nel limitare il deflusso delle acque meteoriche verso il reticolo naturale, artificiale e verso le reti di fognatura.

L'altro caposaldo delle misure non strutturali per il contenimento e la gestione del Rischio Idraulico è poi evidentemente rappresentato da quanto definito a livello pianificatorio nel recente aggiornamento delle componenti Geologica ed Urbanistica a supporto del PGT Comunale.

Al riguardo le norme tecniche di attuazione della componente geologica sono state elaborate prevedendo sia norme di carattere generale che richiamano le norme regionali e nazionali in tema di rischio idraulico, sia norme specifiche per le singole classi di fattibilità.

Di seguito si riporta uno stralcio delle suddette norme.

7.2.1 Pianificazione e tutela idraulica del territorio

Al fine di garantire il corretto drenaggio del territorio e prevenire e/o mitigare fenomeni di esondazione e di dissesto idrogeologico provocati dall'incremento dell'impermeabilizzazione dei suoli, qualsiasi progetto di urbanizzazione e di infrastruttura che preveda l'impermeabilizzazione di nuove superfici dovrà recepire i contenuti della Legge Regionale n°8 del 23 novembre 2017 "REGOLAMENTO RECANTE CRITERI E METODI PER IL RISPETTO DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA AI SENSI DELL'ARTICOLO 58 BIS DELLA LEGGE REGIONALE 11 MARZO 2005, N. 12 (LEGGE PER IL GOVERNO DEL TERRITORIO)" che definisce i criteri e i metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica. Tale normativa, che introduce i concetti del deflusso urbano sostenibile, è finalizzata a ridurre i fenomeni di allagamento urbano, contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici recettori mediante il controllo alla sorgente delle acque meteoriche e ridurre il degrado qualitativo delle acque.

7.2.2 Prevenzione dei fenomeni di dissesto idrogeologico

Qualsiasi intervento di rimodellamento morfologico anche se destinato a scopi agronomici (ad es. vigneti) e/o in aree prive di significative limitazioni, dovrà essere preventivamente autorizzato dall'Autorità competente.

Al fine di prevenire fenomeni di dissesto idrogeologico, la richiesta di autorizzazione per gli interventi di cui al punto 1 dovrà essere corredata da studio geologico, finalizzato a valutare, sia la stabilità del versante e/o della superficie oggetto d'intervento, sia le eventuali ricadute del tipo di soluzione agronomica adottata sull'assetto idrogeologico generale dell'area.

Per ogni intervento di cui al punto 1 dovrà essere debitamente progettata la rete di drenaggio, evitando lo scarico casuale ed incontrollato delle acque di dilavamento che, in linea di principio, contribuiscono all'innescio di fenomeni di dissesto.

Gli studi e gli approfondimenti prescritti dai precedenti punti devono essere eseguiti a corredo della fase progettuale e dovranno essere consegnati congiuntamente all'istanza di autorizzazione.

Rimandando per i dettagli agli elaborati dello Studio Geologico, di seguito si riportano le norme relative alle classi 3 con problematiche riconducibili al rischio idraulico.

3-Fascia B: aree interessate da alluvioni poco frequenti(P2/M) lungo l'asta del F. Serio

Per le aree inserite in questa classe si dovrà fare riferimento all'art. 30 delle Norme PAI di cui nel seguito si riporta il testo:

1. *Nella Fascia B il Piano persegue l'obiettivo di mantenere e migliorare le condizioni di funzionalità idraulica ai fini principali dell'invaso e della laminazione delle piene, unitamente alla conservazione e al miglioramento delle caratteristiche naturali e ambientali.*

2. *Nella Fascia B sono vietati:*

a) *gli interventi che comportino una riduzione apprezzabile o una parzializzazione della capacità di invaso, salvo che questi interventi prevedano un pari aumento delle capacità di invaso in area idraulicamente equivalente;*

b) *la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, nonché l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22, fatto salvo quanto previsto al precedente art. 29, comma 3, let. l);*

c) *in presenza di argini, interventi e strutture che tendano a orientare la corrente verso il rilevato e scavi o abbassamenti del piano di campagna che possano compromettere la stabilità delle fondazioni dell'argine.*

3. *Sono per contro consentiti, oltre agli interventi di cui al precedente comma 3, art. 29:*

a) *gli interventi di sistemazione idraulica quali argini o casse di espansione e ogni altra misura idraulica atta ad incidere sulle dinamiche fluviali, solo se compatibili con l'assetto di progetto dell'alveo derivante dalla delimitazione della fascia;*

b) *gli impianti di trattamento d'acque reflue, qualora sia dimostrata l'impossibilità della loro localizzazione al di fuori delle fasce, nonché gli ampliamenti e messa in sicurezza di quelli esistenti; i relativi interventi sono soggetti a parere di compatibilità dell'Autorità di bacino ai sensi e per gli effetti del successivo art. 38, espresso anche sulla base di quanto previsto all'art. 38 bis;*

c) *la realizzazione di complessi ricettivi all'aperto, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente;*

d) *l'accumulo temporaneo di letame per uso agronomico e la realizzazione di contenitori per il trattamento e/o stoccaggio degli effluenti zootecnici, ferme restando le disposizioni all'art. 38 del D.Lgs. 152/1999 e successive modifiche e integrazioni;*

e) *il completamento degli esistenti impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti a tecnologia complessa, quand'esso risultasse indispensabile per il raggiungimento dell'autonomia degli ambiti territoriali ottimali così come individuati dalla pianificazione regionale e provinciale; i relativi interventi sono soggetti a parere di compatibilità dell'Autorità di bacino ai sensi e per gli effetti del successivo art. 38, espresso anche sulla base di quanto previsto all'art. 38 bis.*

4. *Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti.*

Le aree classificate in **fascia B** del **PAI**, per effetto dell'art.27-comma1 della NTA PAI, sono soggette, oltre che al già specificato art. 30, anche agli art.32-commi 3 e 4, art 38, art.38bis, art.39-commi 1÷6, art.41 delle NTA PAI, cui si rimanda alla documentazione PAI vigente per tutti i dettagli.

3-CD: aree di pianura interessate durante eventi meteorici intensi da scorrimento di acque provenienti dalla zona collinare, lungo la rete viaria comunale.

Sono state inserite in questa classe le aree in cui si è riscontrata la presenza di criticità di carattere idraulico in concomitanza di eventi meteorici intensi (in particolare evento del maggio 2019). In queste aree si dovranno prevedere verifiche puntuali rispetto alle problematiche di carattere idraulico ed idrogeologico. Per qualsiasi intervento che preveda opere interrato dovrà essere verificata l'interazione dell'intervento stesso con le acque circolanti nel suolo/sottosuolo, anche in relazione agli eventi di piena, con particolare riguardo al reticolo minore.

3-BB: aree con bassa soggiacenza della falda o presenza di falde sospese.

In queste aree, situate in corrispondenza del settore di collegamento tra zona collinare e di pianura, si dovrà procedere a specifici approfondimenti di indagine destinati a verificare le condizioni geotecniche ed idrogeologiche locali.

3-DA, 3-DB, 3-DC e 3-DD caratterizzate dalla presenza di scadenti caratteristiche geotecniche

Il settore pedecollinare del territorio comunale risulta essere interessato dalla presenza di terreni che potrebbero avere caratteristiche di permeabilità superficiale da bassa e moderata e pertanto si dovrà valutare con particolare attenzione, il caso di progettazione edilizia, la possibilità di dispersione per infiltrazione delle acque meteoriche e la capacità portante dei terreni di fondazione.